This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

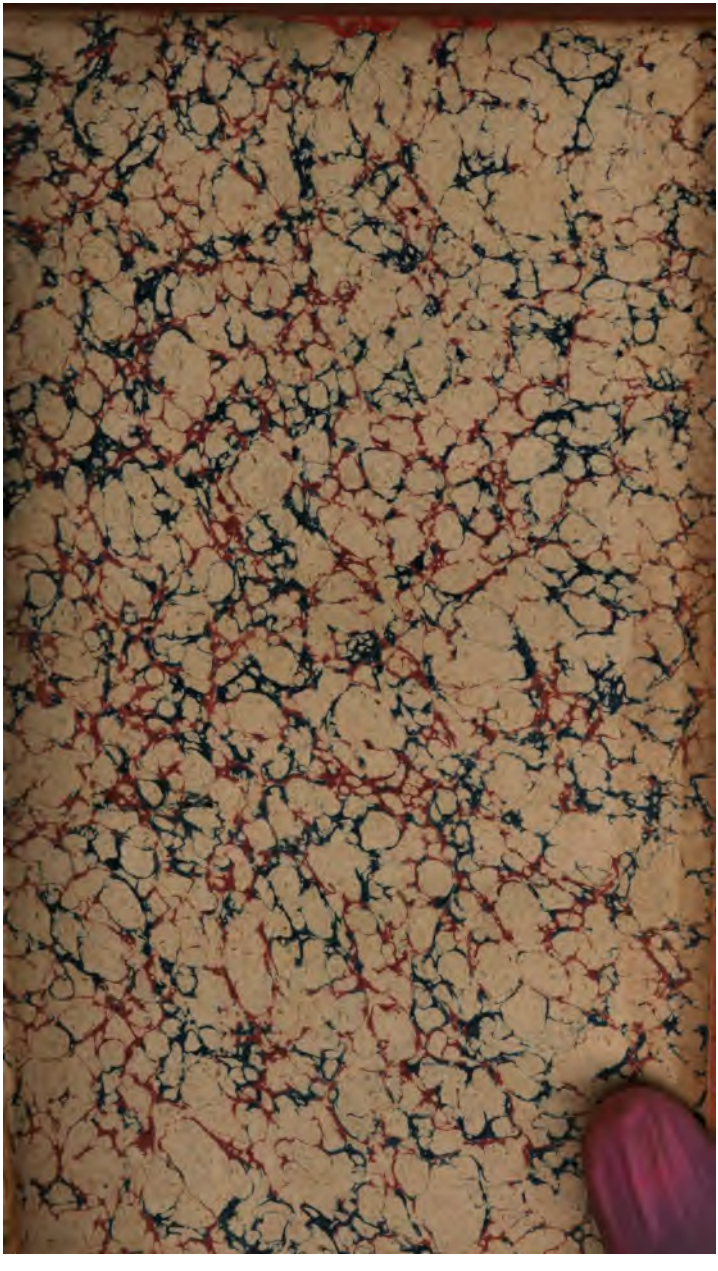
+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

Ex Bibliothecâ
Sibeud de St Pernol



QC
19
.P327s
1769

SYSTÊME GÉNÉRAL
DE
PHILOSOPHIE
EXTRAIT DES OUVRAGES
DE DESCARTES ET DE NEWTON:
OUVRAGE

Dans lequel, après avoir rapporté les particularités les plus intéressantes des Vies de ces deux Chefs de la Physique Moderne, on examine leurs Découvertes en tout genre, & on en montre l'analogie.

Par l'Auteur du Dictionnaire de Physique.

Avec Figures.

TOME TROISIEME.

Amicus Aristoteles, sed magis amica veritas.

A AVIGNON,

Chez la Veuve GIRARD & FRANÇOIS SEGUIN, Imprimeurs-Libraires, près la Place S. Didier.

M. DCC. LXIX.

AVEC PERMISSION.

PRÉFACE

CONTENANT QUELQUES Anecdotes relatives à cette troiſième Partie.

CE ne fut d'abord que pour m'inſtruire, & pour prendre le ton de la bonne Phyſique, que je lus ce grand nombre d'ouvrages dont je viens de rendre compte au Public dans les deux volumes précédents. Mais comme je m'apperçus, à la première lecture, qu'il n'étoit pas impoſſible de concilier les deux célébres Philoſophes qui en ſont les Auteurs,

A 2

429293

je me déterminai à les lire une ſeconde fois avec encore plus d'attention que la première, pour examiner les choſes de plus près, & pour peſer le pour & le contre avec plus de maturité. Ce n'eſt donc pas ici un projet que j'aie formé à la légère & ſans connoiſſance de cauſe. Je l'ai inſinué dans tous les ouvrages que j'ai donnés au Public depuis 5 à 6 années ; & je l'ai fait pour l'ordinaire d'une manière ſi claire & ſi préciſe, que les Journaliſtes de Trévoux, en rendant compte de mon grand Dictionnaire de Phyſique, crurent devoir faire la réflexion ſuivante : *on jugera, par ce que nous venons de dire, que le P. Paulian eſt Newtonien. Il l'eſt en effet ; mais pas en tout. Le ſyſtême qu'il a embraſſé eſt comme mi-*

toyen entre celui de Newton & celui de Deſcartes. Il s'accorde entièrement avec le premier pour la Phyſique céleſte, la lumière & les couleurs ; mais il ſe rapproche beaucoup du ſecond dans ce qui regarde la dureté, l'Elaſticité, les Fermentations, les Tayaux capillaires &c. (1) Cette réflexion, beaucoup plus juſte que les éloges qui la précédent, me fit un plaiſir infini, & me détermina à préſenter, en grand, un ſyſtéme dont je n'ai encore donné que quelques branches, pour ſonder le gout du Public. Au reſte je ne ſuis pas le premier à tenter une pareille conciliation. En l'année 1740. M. Privat de Molières fit imprimer des leçons phyſiques dans leſquelles il préten-

(1) Journal de Trévoux du mois de Mai 1761, pag. 1169.

doit qu'on trouveroit heureuſement allié le Cartéſianiſme avec le Newtonianiſme. Voici ce qu'on lit à la page XIII. de la Préface du premier volume. *Ce qui me fait le plus eſpérer d'obtenir la réünion de tous les eſprits à l'égard des Principes de la Phyſique, c'eſt que dans cette ſuite non interrompue de Propoſitions démontrées, les principaux Dogmes des deux plus célébres Philoſophes de nos jours, Deſcartes & Newton, Dogmes qui paroiſſent ſi contraires, s'y trouveront renfermés, éclaircis, & ſi bien liés les uns aux autres, que l'on verra peut être avec ſurpriſe, que quoique l'un & l'autre de ces grands-Hommes, ayent pris des routes très-oppoſées, ces routes néanmoins tendoient l'une & l'autre à la découverte du vrai. En un mot*

on verra naître du ſyſtéme du Plein *que Deſcartes a ſuivi, le* vuide *même de Newton, ou cet* eſpace non réſiſtant *dont ce Philoſophe a ſi invinciblement établi la préſence ; & de l'*impulſion *cette* Attraction, *ou Peſanteur qui croit & décroit en raiſon inverſe du quarré de la diſtance ; attraction dont Newton, ſans néanmoins en avoir pu découvrir la cauſe méchanique, a tiré tant de belles conſéquences, fondées ſur un calcul dont la ſublimité ne retranche rien de l'évidence, & dont ce grand Homme eſt le premier inventeur.* Privat de Molieres dont le mérite n'eſt pas équivoque, étoit peut-être le Phyſicien que je connoiſſe, le moins propre à exécuter une pareille entrepriſe ; c'étoit un Cartéſien outré, pour ne pas dire fanatique.

Auſſi n'a-t-il pas même été ſoupçonné d'avoir tenu ſa parole ; on n'eſt pas fait pour accommoder les gens, lorſqu'on eſt déterminé à mettre tout d'un côté, & rien de l'autre.

Au commeucement de ce ſiécle, le P. Daniel Jéſuite donna un *Traité d'accommodement entre Ariſtote Prince des Philoſophes, & M. Deſcartes chef de la nouvelle ſecte* (1). Cette piéce, toute ingénieuſe qu'elle eſt, ne m'a pu être d'aucun uſage ; & c'eſt pour le démontrer au lecteur, que je vais lui en faire le précis, en me ſervant, autant qu'il me ſera poſſibles des termes même de l'Auteur : quelque malin pourroit peut-être s'imaginer que mon Traité de paix entre Deſcartes & Newton n'eſt, à bien des

(1) Voyage du Monde de Deſcartes, pag. 195 & ſuivantes.

égards, qu'une répétition du Traité d'accommodement que proposa autrefois le P. Daniel entre Aristote & Descartes.

Le Traité de Daniel est divisé en deux Parties. La première prescrit la manière dont les Aristotéliciens & les Cartésiens devront désormais se comporter les uns avec les autres, dans les livres, dans les disputes, dans les conversations. La seconde contient diverses propositions sur lesquelles les Aristotéliciens se rélâcheront, pour se rapprocher d'avantage des Cartésiens, demandant réciproquement que les Cartésiens se relâchent sur d'autres, pour se rapprocher des Aristotéliciens. Voici les quatre articles qui composent la première Partie, ou plutôt qui forment les préliminaires au Traité de paix.

1°. On ne ſe dira plus d'injures les uns aux autres. Les Femmes ſçavantes ne traiteront plus dans les ruelles Ariſtote de fat & de pédant. D'autre part les vieux Profeſſeurs de Philoſophie épargneront à Deſcartes les épithétes de viſionnaire, d'extravagant, d'hérétique & d'athée.

2°. Ariſtote déſavouera tous les livres compoſés contre Deſcartes d'une manière outrée & injurieuſe; & Deſcartes déſavouera tous ceux où Ariſtote n'eſt pas traité avec les égards qu'il a droit d'exiger.

3°. Défenſes ſeront faites à tout Cartéſien de décider du mérite d'Ariſtote, ſans l'avoir lu en grec. Défenſes pareillement ſeront faites à tout Péripatéticien de peſter contre la Philoſophie de Deſcartes, ſans avoir auparavant prouvé qu'il la comprend.

4°. Les Cartéſiens ſeront priés de ne pas attribuer à Ariſtote les ſottiſes qu'on débite dans les Écoles péripatéticiennes ; & les Ariſtotéliciens ſeront priés de ne donner à perſonne le nom de Cartéſien qu'avec beaucoup de diſcernement, ſurtout lorſqu'il s'agira de certains jeunes Abbés, Cavaliers, Avocats, Médecins qui ſe diſent Cartéſiens dans les compagnies, pour avoir un titre de bel eſprit, qu'ils obtiennent quelquefois par la ſeule hardieſſe de parler à tort & à travers de matière ſubtile, de globules du ſecond élément, de tourbillon, d'automates, ſans ſçavoir autre choſe que ces termes.

L'on ſigna les préliminaires ſans conteſtation, & l'on en vint au Traité dont voici les points principaux.

1°. Ariſtote renoncera à toute ſubſtance incompléte diſtinguée de la matière, connue ſous le nom de *Forme ſubſtantielle* ; & Deſcartes donnera aux Bêtes une véritable Ame qui ne ſera ni matière, ni eſprit.

2°. Ariſtote accordera à Deſcartes que l'eſſence de l'Ame eſt de penſer toujours, pourvu que celui-ci lui avoue que le corps par miracle peut être dépouillé de ſon étendue, & que par conſéquent l'étendue actuelle n'eſt pas de ſon eſſence.

3°. Ariſtote ne chicanera pas Deſcartes ſur l'exiſtence du *Plein*, pourvu que celui-ci lui avoue que le vuide n'eſt pas métaphyſiquement impoſſible.

4°. Ariſtote convient qu'il n'eſt rien de plus abſurde que les *eſpèces*

intentionnelles ; mais il veut que Deſcartes diſe que nous ne ſçavons pas dans quel *Milieu* notre Ame connoit les objets matériels.

5°. Il ſera permis en Philoſophie d'aſſurer que l'Ame eſt répandue par tout le corps, ou quelle réſide uniquement dans la glande pinéale.

6°. Il ſera encore permis d'aſſurer, ou de nier que Dieu ſeul puiſſe produire le mouvement dans la matière.

7°. Il ſera défendu de ſoutenir que Dieu puiſſe changer l'eſſence des choſes.

8°. Les Ariſtotéliciens ſeront obligés d'expliquer, comme les Cartéſiens, la dureté, la fluidité, le reſſort, la chaleur, le froid, & la plupart des autres qualités des corps.

9°. Les Régles du mouvement

trouvées par Deſcartes, ſeront ſujetes à un nouvel examen ; & on les adoptera, ſi elles ſe trouvent conformes à l'expérience ; ſi non, on les rejettera.

10. Ariſtote ſignera que le Monde n'a pas exiſté de toute éternité, pourvu que Deſcartes ſigne qu'il a pu avoir une pareille exiſtence.

11. Ariſtote ſacrifiera ſa ſphére de feu, pourvu que Deſcartes faſſe le ſacrifice de ſes Tourbillons. L'accommodement imaginé par le P. Daniel ne contient aucun autre article dont il ſoit néceſſaire de faire mention. Le lecteur peut le comparer avec le nouveau ſyſtéme de Phyſique que je lui propoſe ; je ne crains pas qu'il ſoit tenté de m'accuſer de plagiat.

J'ai encore moins puiſé dans une

Philoſophie latine, intitulée *Philoſophia vetus & nova*, qu'on regardoit autrefois comme une eſpèce de Traité de paix entre les Philoſophes anciens & les Philoſophes modernes; Deſcartes n'y joue pas un grand rolle, & on n'y fait pas plus mention de Newton, que s'il n'eut jamais exiſté. L'Auteur (M. Duhamel) eſt cependant un homme d'un vrai mérite; & ſon cours de Philoſophie vaut encore mieux que tous ceux qui ont paru juſques à aujourd'hui.

En un mot c'eſt en comparant les penſées de Deſcartes avec celles de Newton, que j'ai formé le plan général de Philoſophie que contient cette troiſième Partie de mon ouvrage. S'il eſt bon, je l'attribue à la beauté des matériaux que j'ai mis en œuvre; s'il eſt mauvais, je ne

puis m'en prendre qu'à moi-même & à mon peu d'habileté. C'eſt-ici le lieu d'indiquer les livres que j'ai lus, pour me mettre en état de compoſer ce troiſième volume. Les Principaux ſont ſans contredit les ouvrages de Deſcartes & de Newton dont je viens de donner les extraits, dans les deux volumes précédents. J'ai déja averti dans la Préface qui ſe trouve à la tête du premier volume, que le compte que je rendrois de ces ouvrages dans mes deux vies littéraires, prouveroit l'attention ſcrupuleuſe avec laquelle je les avois lus; j'eſpére que le lecteur conviendra que j'ai tenu ma parole. Mais comme je prétens donner dans cette troiſième Partie un ſyſtéme général de Philoſophie, cette lecture ne

m'auroit pas ſuffi. J'ai donc lu.

Pour la Logique, les Préceptes d'Ariſtote, les Principes du raiſonnement du P. Buffier Jéſuite, & l'art de penſer, connu ſous le nom de Logique de Port-royal.

Pour la Phyſique, tout ce qui a paru de bon ſur cette matière en latin & en françois, depuis Deſcartes juſques à aujourd'hui.

Pour la Métaphyſique, la plupart des ouvrages des Modernes qui ont quelque réputation. J'en ai fait autant pour la Morale, dont je donnerai les Préceptes d'une manière purement philoſophique.

Au reſte je ne pouvois pas ſouhaiter, pour mettre ce livre au jour, une circonſtance plus heureuſe que celle-ci. L'année même que deux Puiſſans Monarques donnent la Paix

à la France & à l'Angleterre, j'ai le bonheur de publier un Traité d'accommodement entre les deux plus grands Philoſophes que ces deux Royaumes ayent vû naître dans leur ſein.

AVIS AU LECTEUR

Sur la Manière dont il doit étudier le Syſtéme Newto-Cartéſien contenu dans ce troiſième Volume.

LE troiſième volume de cet ouvrage eſt plutôt fait pour être étudié, que pour être lu ; & il a un rapport eſſentiel avec les deux qui le précédent. Voici donc deux avis que je crois devoir donner a tout lecteur, & ſurtout aux Phyſiciens commençans qui voudroient ſe mettre au fait du nouveau ſyſtéme de Philoſophie que je préſente au Public, dans la troiſième Partie de ce Traité de Paix.

1°. *Il ne faut pas entreprendre la lecture de ce troiſième volume, ſans avoir lu auparavant, à tête repoſée, les Vies littéraires de Deſcartes & de*

Newton ; ce ſeroit vouloir perdre ſon tems & ſa peine ; le Chevalier à qui j'expoſe mon nouveau ſyſtéme, eſt ſuppoſé être parfaitement au fait de ces deux vies.

2°. *Il faut, en liſant ce troiſième volume, avoir à la main les deux autres. Souvent je les cite ; & plus ſouvent encore j'avertis que tel point de Phyſique, ou de Métaphyſique que j'adopte, ou que je rejette, a été diſcuté dans le premier, ou dans le ſecond volume. Je ne manque pas alors d'indiquer le livre, & la page, afin que le lecteur puiſſe revenir ſans peine ſur ſes pas.*

TRAITÉ
DE PAIX
ENTRE
DESCARTES & NEWTON,
OU
SYSTÉME GÉNÉRAL DE PHILOSOPHIE
TIRÉ PRINCIPALEMENT DES OUVRAGES
DE CES DEUX PHILOSOPHES.

INTRODUCTION.

IL ne s'agit pas seulement de concilier les

deux Philoſophes dont je viens d'expoſer les véritables ſentimens ; il s'agit ſurtout de propoſer un ſyſtéme général de Philoſophie que la Raiſon adopte, que la Méchanique étaye, que l'Expérience confirme, & dans lequel il entre à peu près autant de Carteſianiſme que de Newtonianiſme. L'entrepriſe eſt difficile, j'en conviens ; mais il n'eſt pas impoſſible de l'exécuter ; elle ne paroitra même téméraire qu'à ceux qui s'imagineroient que je prétens adopter aveuglément & ſans choix tout ce qu'ont écrit Deſcartes & Newton ſur les différentes Parties de la Philoſophie. Dans leurs ouvrages, je le ſçais, ils ont avancé l'un & l'autre du *faux*, du *probable*, & du *vrai*. Les preuves de cette Propoſition ſont conſignées dans les deux volumes précédens ; & tout Lecteur qui voudra me ſuivre, doit les avoir préſentes à l'eſprit. Voici donc la conduite que je ſuis réſolu de tenir dans la concluſion de ce Traité de paix. Tout ce qui a été regardé comme *faux* dans les Vies littéraires de Deſcartes & de

Newton, quelque amuſant qu'il ſoit, n'aura aucune part à mon ſyſtéme mixte ; *amicus Ariſtoteles, ſed magis amica veritas.* Tout ce qui a été démontré *vrai*, en ſera le fondement & la baſe ; les vérités philoſophiques découvertes par Deſcartes ne ſont pas plus oppoſées aux vérités philoſophiques découvertes par Newton, que les vérités mathématiques trouvées par celui-ci ſont oppoſées aux vérités mathématiques trouvées par celui-là : la vérité eſt *une*, elle n'eſt jamais oppoſée à elle-même. Pour ce qui a été décidé *probable*, je l'adopterai, ou je le rejetterai indifféremment, de quelque part qu'il me vienne, ſuivant les circonſtances où je me trouverai ; il faut, pour le bien de la paix, ſçavoir faire de tems en tems quelques ſacrifices. Voilà l'idée générale que l'on doit ſe former de cette troiſième Partie. Pour développer mes penſées avec plus d'ordre, & par conſéquent avec plus de clarté, je diviſerai mon ſyſtéme général de Philoſophie en ſix parties.

La première préſentera un plan de Logique un peu différent de celui qu'on ſuit dans les Écoles ; il n'en ſera par-là même que meilleur.

La Phyſique générale fera le ſujet de la ſeconde Partie. Je crois qu'on pourra l'appeller dans toute la rigueur des termes, *Phyſique Newto-Cartéſienne ;* Deſcartes & Newton m'en ont fourni les Principes.

La troiſième & la quatrième Partie contiendront, l'une la Phyſique céleſte, & l'autre la Phyſique terreſtre. Si dans celle-là Newton eſt écouté comme un oracle, Deſcartes dans celle-ci ſera ſouvent pour nous un Guide très-aſſuré.

La cinquième Partie donnera une idée de la véritable Métaphyſique. Je ne crains pas qu'on m'accuſe de l'avoir priſe dans les cours de Philoſophie qui ont paru juſques aujourd'hui ; je n'ai jamais été tenté de puiſer dans pareilles ſources.

Enfin la ſixième Partie fournira les Préceptes de la plus ſaine Morale. Voilà en deux mots le plan général de ce troiſième volume.

LIVRE

LIVRE PREMIER.

DE LA LOGIQUE.

LETTRE PREMIÉRE.

Expoſition & critique de la Logique de l'École. Idée de la véritable Logique. Régles de la définition, & de la diviſion. Nature du jugement. Réflexions ſur les Propoſitions contradictoires & contraires. Régles du Raiſonnement. Principes ſur leſquels tout Raiſonnement eſt fondé.

VOus le ſçavez, mon cher Chevalier; la Logique eſt l'art de raiſonner, c'eſt la Géométrie des opérations de l'Ame. Mais eſt-ce là la Logique de l'École? Pour vous aider à décider cette queſtion, permettez-moi de vous ſuggérer quelques réflexions qui ne me paroiſſent pas déplacées. Qui regarde-t-on dans les Écoles com-

me un grand Logicien, comme un ſujet ſur lequel la République des hautes Sciences doit fonder les eſpérances les plus flateuſes ? Vous ne l'ignorez pas ; c'eſt un Pédant qui, muni d'une voix de tonnerre, ſçait déraiſonner, les heures entières, ſur quelqu'une des queſtions ſuivantes.

Adam a-t il eu, ou n'a-t-il pas eu la ſcience infuſe ?

Les premiers Principes ſont-ils bien évidents ; & ne pourroit-il pas ſe faire abſolument que la partie fut plus grande, que le Tout, ou que du moins elle lui fut égale : qu'en même-tems le même homme exiſtât & n'exiſtât pas ; que 2 & 2 fiſſent ou 3, ou 5 : que deux choſes égales à une troiſième ne fuſſent pas égales entr'elles &c. &c.

La Logique eſt-elle une ſcience ſpéculative ou pratique ? Eſt-elle abſolument néceſſaire, ou ſimplement utile pour acquérir des ſciences qui n'ont preſque aucune relation avec elle ?

Une choſe eſt-elle diſtinguée réellement d'elle-même, ou bien, *une choſe peut-elle ne pas être réellement elle-même ?* La plupart des

Philoſophes répondent gravement que la diſtinction *réelle* ſeroit trop forte, que la diſtinction de *raiſon raiſonnante* ſeroit trop foible; mais que la diſtinction de *raiſon raiſonnée* fournit les réponſes les plus ſatisfaiſantes aux difficultés que l'on peut faire à cette occaſion. Mais, mon cher Chevalier, la queſtion de Logique que l'on traite avec le plus d'emphaſe; la queſtion que l'on donne comme la clef des hautes ſciences, c'eſt ſans contredit celle-ci.

Ne peut il point y avoir d'Univerſel de la part de la choſe, Datur ne univerſale à parte rei, c'eſt-à-dire, Dieu a-t-il créé quelque être qui ſoit en même-tems ſingulier & univerſel, ou, ce qui revient au même, ſingulier & non ſingulier. C'eſt là le *pont aux ânes* de la Logique. A-t-on défait ce nœud gordien? L'on n'a plus beſoin de Maître pour répondre aux queſtions ſuivantes.

Une Propoſition une fois vraie, peut-elle ne l'être pas; & ſi elle l'eſt, a-t-elle la vérité dans elle-même, ou hors d'elle-même.

Un homme que je vois ſe précipiter volon-

tairement d'un quatrième étage, tombe-t-il parce que je le vois tomber, ou parce qu'il a voulu ſe donner la mort; en un mot qui de nous deux eſt la cauſe de ſa chute, moi qui le vois tomber, ou lui qui veut trancher le fil de ſes jours ?

Telles ſont, mon cher Chevalier, les queſtions ridicules dans leſquelles ſont comme noyés les excellens préceptes qui forment la Logique *proprement dite.* Si Deſcartes vivoit de nos jours, il aſſureroit, comme il fit autrefois, qu'il eſt auſſi difficile de ſéparer la véritable Logique de la Logique des Écoles, que de tirer une Minerve, ou une Diane d'un bloc de marbre qui n'eſt pas ébauché (1). Celle qu'il a donnée, je le ſçais, n'eſt pas ſuffiſante. Elle contient cependant 4 préceptes qui feront partie de celle dont je vais vous tracer le plan. Je vous dirai donc aujourd'hui, comme Deſcartes ſe diſoit autrefois à lui-même; *Ne regardez comme vrai, que ce qui vous pa-*

(1) Tome I. de cet Ouvrage, pag. 19.

roitra évidemment être tel (1). Ne regardez donc comme véritables préceptes de Logique, que ceux qui vous aideront à bien *concevoir*, à bien *juger*, & à bien *raisonner*; car la Logique est la science qui doit diriger votre Ame dans ses opérations; & il est impossible que cette substance spirituelle en produise quelqu'une, qui soit distinguée des trois que je viens de vous nommer. Je me représente la vertu; voilà l'*idée* ou l'*appréhension*. J'assure qu'elle est le véritable bien après lequel un homme raisonnable doive soupirer; voilà le *jugement*. Je conclus qu'il faut la pratiquer; voilà le *raisonnement*. Mais quelles sont les régles de Logique qui pourront vous aider à bien *concevoir*, à bien *juger*, & à bien *raisonner*; les voici en peu de mots. Les loix de la *Définition* & de la *Division* vous aideront à bien *concevoir*. Celles qui regardent l'opposition des Propositions, vous serviront à *juger* sainement des choses. Enfin vous serez sûr de *raisonner* juste, si vous mettez en usage les

(1) Tome I. de cet Ouvrage, page 11.

régles d'Ariſtote ſur le Syllogiſme. Entrons ici dans un détail qui ſera peut-être plus utile, qu'agréable.

Le premier pas qu'il faut faire en Logique, mon cher Chevalier, ſi vous voulez avoir des idées claires & diſtinctes, c'eſt de ne pas confondre la *Définition* du *nom* avec la *Définition* de la *choſe*. La première, purement arbitraire, nous apprend l'idée que les hommes ont appliquée à tel & à tel mot dont ils ont voulu ſe ſervir préférablement à tel ou à tel autre qu'ils auroient pû employer. Lorſque, par exemple, ils appellent *triangle* une figure de trois côtés & de trois angles, c'eſt là ſans doute une *Définition* de *nom*; nous l'appellerions auſſi bien *trapeze* ou *rhombe*, ſi tel eût été le bon plaiſir des premiers Géométres. Il n'en eſt pas ainſi de la *Définition* de la *choſe*; ſimple, claire, & préciſe, elle doit expliquer avec toute la netteté & toute l'exactitude poſſible l'eſſence, ou la nature de l'objet défini. Me demandez-vous la définition de l'homme? Je vous l'apporte, en vous

assurant que l'homme est une substance capable de produire des sensations & des raisonnemens, ou bien, comme parle l'École, un *animal raisonnable*. Vous comprenez aussi bien que moi, mon cher Chevaliet, que cette définition contient deux membres. Le premier auquel on donne le nom de *Genre*, convient à d'autres êtres qu'à l'homme, puisque, quoi qu'en dise l'École Cartésienne (1), les animaux sont capables de produire de véritables sensations. Le second membre qu'on appelle *différence*, caractérise l'homme, & le distingue de tout ce qui n'est pas individu de la nature humaine. Aussi l'un des Préceptes de la Logique *proprement dite* est-il conçu en ces termes, *toute définition doit contenir le genre & la différence de l'objet défini.*

La Logique, pour rectifier nos idées, traite d'une autre espèce de définition plus facile à trouver que celle dont je viens de vous parler; on la nomme *Division*. Bornés comme nous sommes dans nos connoissan-

(1) Tome I. de cet Ouvrage, p. 77. & suivantes.

ces, il vaut mieux conſidérer, les unes après les autres, les différentes parties dont un *tout* eſt compoſé, que de contempler le *tout* en même tems. Toute Diviſion, pour être conforme aux régles de la ſaine Logique, doit être *entière*, c'eſt-à-dire, comme l'explique Deſcartes (*), dans les dénombremens qu'on eſt ſouvent obligé de faire, il faut autant qu'il eſt poſſible, pouvoir s'aſſurer qu'ils ſont complets, & qu'on n'a rien omis de ce qui doit y entrer. De même lorſque l'on a pluſieurs difficultés à examiner, il faut les prendre les unes après les autres, & les diviſer en autant de branches qu'il ſe pourra; ce ſera là le vrai moyen de les réſoudre facilement. Le Précepte ſuivant peut encore ſe rapporter à la diviſion; il eſt tiré, comme les deux précédents, de la Logique de Deſcartes. Il faut aller par ordre dans la recherche de la vérité, c'eſt-à-dire, il faut aller des objets les plus ſimples & des connoiſſances les plus faci-

(*) Tome I. de cet Ouvrage. pag. 11. & ſuiv.

les aux objets les plus composés & aux connoissances les plus épineuses.

Le P. Buffier Jésuite, dans son cours de sciences, pag. 751 veut que l'on indique aux jeunes Logiciens les sources les plus fréquentes des fausses idées. Il en trouve 5 principales. Le rapport de nos sens auxquels il n'est pas toujours prudent de se fier. Le témoignage de ceux qui ont de l'autorité sur notre esprit, une autorité sur-tout acquise par l'estime. Le sentiment de nos passions; un homme passionné n'a que de fausses idées sur l'objet de sa passion. Les préventions de la coutume; nous ne sommes que trop portés à regarder comme ridicule ce qui n'est pas conforme aux usages de notre Nation, de notre Païs, de notre Famille. Enfin l'ambiguité qui régne dans la plûpart des discours des hommes, de ceux surtout qui sont ennemis ou corrupteurs de la vérité. Ces régles, sûres & admirables en elles-mêmes, me paroissent plutôt appartenir à la Morale, qu'à la Logique. Je ne voudrois pas aussi qu'on demandât en Logique

quelle eſt l'origine de nos idées ; cette queſtion appartient à la Métaphyſique la plus ſublime ; un Logicien n'eſt pas plus obligé d'y répondre, qu'un Architecte de ſçavoir comment ſe forment les pierres dans le ſein de la Terre. C'eſt-là un des défauts d'une Logique, d'ailleurs aſſez bonne, intitulée l'*Art de penſer*.

Les régles de la *Définition* & de la *Diviſion* ne vous aideront pas ſeulement à bien *concevoir*, elles vous apprendront encore à bien *juger*. Quel eſt l'homme en effet ſûr le jugement duquel on peut compter ? C'eſt celui, & ce n'eſt que celui qui connoiſſant bien la nature des choſes, aſſure que telle idée peut, ou ne peut pas s'allier avec telle autre. *Un Phyſicien doit être Géometre* ; voilà un jugement vrai affirmatif ; il ne peut être prononcé que par un homme qui a tiré de la nature de ces deux ſciences le rapport eſſentiel qu'elles ont entr'elles. *Un Médecin ne doit pas être Phyſicien* ; voilà un jugement faux, négatif, porté par un homme auſſi igno-

tant en Phyſique, qu'en Médecine. Dans la première de ces deux Propoſitions, ou dans le premier de ces deux jugemens, le *ſujet* eſt le Phyſicien, & le Géométre eſt l'*attribut*; dans le ſecond le Phyſicien devient l'*attribut*, & le Médecin eſt le ſujet. Ce ſont-là des termes qu'il eſt bon de connoître. Mais ce qu'un homme d'eſprit ne doit pas confondre, ce ſont les Propoſitions contradictoires & les Propoſitions contraires.

Tout homme eſt ſçavant.
Quelque homme n'eſt pas ſçavant.

Voilà deux Propoſitions exactement contradictoires. La ſeconde nie préciſément ce qu'il faut pour rendre fauſſe la première; auſſi eſt-il métaphyſiquement impoſſible qu'elles ſoient toutes les deux vraies, ou toutes les deux fauſſes; la première eſt-elle vraie? La ſeconde ſera fauſſe; celle-ci eſt-elle vraie? Celle-là ne le ſera pas. Il en eſt de même des deux Propoſitions ſuivantes; *Pierre eſt riche*,

Pierre n'eſt pas riche ; on doit les faire entrer dans la claſſe des Propoſitions contradictoires.

Pour les Propoſitions contraires, il peut ſe faire qu'aucune des deux ne ſoit vraie ; la ſeconde, auſſi univerſelle que la première, nie par-là même plus qu'il n'eſt néceſſaire pour rendre fauſſe celle-ci.

Les deux Propoſitions ſuivantes vont ſervir & d'exemple & de preuve à cette vérité ; elles ſont toutes les deux évidemment fauſſes.

Tout homme eſt ſçavant.
Nul homme n'eſt ſçavant.

De deux Propoſitions contraires, l'une peut être vraie, l'autre fauſſe, comme il arrive pour ces deux-ci.

Tout homme eſt raiſonnable.
Nul homme n'eſt raiſonnable.

Mais ce que je vous prie de bien remarquer, mon cher Chevalier, c'eſt qu'il eſt impoſſible que deux Propoſitions contraires ſoient vraies ; pourquoi ? Parce

qu'alors deux Propoſitions contradictoires le ſeroient auſſi. En voici la démonſtration la plus rigoureuſe.

Suppoſons pour un moment que ces deux Propoſitions ſoient vraies ; *Tout homme rit ; nul homme ne rit.* Cela ſuppoſé, je raiſonne ainſi. S'il eſt vrai que nul homme ne rie, il ſera vrai que quelque homme ne rit pas ; donc l'on devra regarder comme vraies ces trois Propoſitions :

Tout homme rit.
Nul homme ne rit.
Quelque homme ne rit pas.

Mais la première & la troiſième de ces Propoſitions ſont évidemment contradictoires ; donc ſi deux Propoſitions contraires pouvoient être vraies, deux Propoſitions contradictoires pourroient l'être auſſi.

Les Régles du *Raiſonnement* que les Logiciens ont coutume d'appeller les régles du *Syllogiſme*, ſont encore plus faciles à ſaiſir que toutes celles dont je viens de vous faire l'énumération. Faiſons d'abord

un *Raiſonnement* dans toutes les formes ; & examinons-le enſuite depuis le premier mot juſqu'au dernier. En voici un contre lequel je défie le Pédant le plus acariatre de ſe recrier.

Toute ſcience eſt eſtimable.
Mais la Logique eſt une ſcience.
Donc la Logique eſt eſtimable.

Vous voyez d'abord, mon cher Chevalier, que ce raiſonnement ne contient que trois Propoſitions, la *Majeure* ou la première ; la *Mineure* ou la ſeconde ; la *Conſéquence* ou la troiſième. Vous voyez encore que tout ce qui eſt affirmé dans la troiſième Propoſition, l'a été auparavant dans les deux premières, que l'on a coutume d'appeller *prémiſſes* ; auſſi feriez-vous un crime de Leze-Logique, ſi, après avoir accordé les deux *prémiſſes*, vous vous aviſiez de ne pas accorder la conſéquence ; ce ſeroit bien là vous contredire, en accordant, & en ne pas accordant la même choſe. Vous voyez enfin que ce Syllogiſme

t droit d'être appellé *affirmatif*, puiſque vous aſſurez dans la Conſéquence que la Logique eſt digne de toute votre eſtime. Mais ce que vous ne voyez pas peut-être d'abord, ou pour mieux dire, ce à quoi vous ne prenez peut-être pas garde, c'eſt que les trois Propoſitions de ce Syllogiſme ne contiennent que trois *termes* dont chacun eſt répété deux fois : ce ſont les trois mots *Science*, *eſtimable* & *Logique*. Le premier, ou le *terme moyen*, ſe trouve dans la *Majeure* & dans la *Mineure*. Le ſecond fait partie de la *Majeure*, & il devient enſuite l'*attribut* de la *conſéquence*; on l'appelle le *grand terme*, ou le *grand extrême*. Le troiſième eſt toujours dans la *Mineure*, & on le retrouve enſuite *ſujet* de la *Conſéquence*; il porte le nom de *petit terme*, ou de *petit extrême*. Voilà un jargon qu'il ne vous ſera pas inutile de ſçavoir. Chaque ſcience, chaque art a ſon langage : pourquoi feroit-on un procès à la Logique d'avoir le ſien ? Mais ce que je vous prie de graver bien avant dans votre

esprit, c'est ma manière de procéder dans le Syllogisme dont je viens de vous faire la dissection. J'ai d'abord examiné si l'épithète *estimable* convenoit à *toute science*; & comme je me suis apperçu que ces deux termes s'accordoient à merveille, j'ai assuré dans ma première proposition que *toute science est estimable*. J'ai ensuite comparé la *Logique* avec la *Science*, c'est-à-dire, j'ai examiné si la *Logique* avoit toutes les qualités nécessaires, pour être regardée comme une véritable *Science*; il m'a paru qu'elle les avoit; aussi ai-je assuré dans ma seconde Proposition que la *Logique est une Science*. Que me restoit-il encore à affirmer? que la *Logique est estimable*, vous voyez que je n'ai pas manqué de le faire dans la troisième Proposition; je sçais que deux termes qui conviennent à un troisième, doivent très bien s'allier ensemble. Tout l'art du Syllogisme affirmatif porte donc sur ce Principe incontestable, *deux choses égales à une troisième, sont égales entr'elles*; & toute la

fineſſe de cet art conſiſte à examiner dans les deux *Prémiſſes* ſi le *grand* & le *petit termes* s'accordent avec le *terme moyen*, pour pouvoir aſſurer enſuite dans la *Conſéquence* qu'ils s'accordent réellement entre eux.

Il y a encore un Principe auſſi évident que celui que je viens de vous apporter. Il eſt énoncé en ces termes : *ſi de deux choſes, la premiére eſt égale à une troiſiéme, à laquelle la ſeconde ne ſoit pas égale ; la premiére & la ſeconde ne ſeront pas égales entr'elles.* Voilà ſur quel Principe eſt fondé tout l'art du *Syllogiſme négatif*, c'eſt-à-dire, du *Syllogiſme* dont la *Conſéquence* eſt *négative.* Apportons-en un exemple, & faiſons enſuite nos réflexions.

Tout bon Sujet eſt fidéle à ſon Prince.
Mais le rébelle n'eſt pas fidéle à ſon Prince.
Donc le rébelle n'eſt pas un bon Sujet.

Fidéle à ſon Prince. Bon Sujet. Rébelle ; ce ſont-là les trois termes de ce Syllogiſme. Le premier eſt le *terme moyen ;* le

ſecond, le *grand terme* ; & le troiſième, le *petit terme*. Vous voyez, mon cher Chevalier, que j'ai affirmé dans la *Majeure* que tout bon Sujet eſt fidéle à ſon Prince, parce que j'ai trouvé que le *grand terme* s'accordoit très-bien avec le *terme moyen*.

Par une raiſon contraire j'ai nié dans la *Mineure* que le Rébelle fut fidéle à ſon Prince, parce que j'ai vû que le *petit terme* ne pouvoit pas s'allier avec le *terme moyen*.

Pouvois-je m'empêcher de nier dans la conſéquence que le Rébelle fut un bon Sujet ? Je voudrois donc réduire toutes les régles de la troiſième Partie de la Logique à celle-ci.

Tout Sillogiſme ne peut avoir, ni plus, ni moins de trois termes.

Vous m'objecterez peut-être que vous connoiſſez des raiſonnemens très concluants qui n'en ont que deux ; & vous ne manquerez pas de me citer celui-ci.

La vertu eſt eſtimable.
Donc elle mérite d'être honorée.

Mais je vous ferai remarquer à mon tour que tout homme qui raiſonne de la ſorte, a déja fait intérieurement cette Propoſition ; *tout ce qui eſt eſtimable mérite d'être honoré.* Ce raiſonnement que les Logiciens appellent *Enthiméme*, eſt donc dans le fond un véritable Syllogiſme.

Quelque longue que ſoit cette Lettre ; il y a encore deux eſpèces de *Raiſonnemens* dont je veux vous faire l'Analiſe ; il eſt très facile de les réduire au Syllogiſme ordinaire. L'un s'appelle *conditionel*, & l'autre *disjonctif*. En voici des exemples.

Si un Courtiſan eſt flatteur, il eſt à plaindre.
Mais un Courtiſan eſt flatteur.
Donc un Courtiſan eſt à plaindre.

Tout homme eſt ou pour Dieu, ou contre Dieu.
Mais l'impie n'eſt pas pour Dieu.
Donc l'impie eſt contre Dieu.

Les deux Syllogiſmes ſuivans préſentent les deux mêmes raiſonnemens, preſque mot par mot.

Tout flatteur eſt à plaindre.
Mais un Courtiſan eſt flatteur,
Donc un Courtiſan eſt à plaindre.

Quiconque n'eſt pas pour Dieu, eſt évidemment contre Dieu.
Mais l'impie eſt un homme qui n'eſt pas pour Dieu.
Donc l'impie eſt un homme qui eſt évidemment contre Dieu.

Tous ces raiſonnemens ne contiennent que trois termes ; auſſi ſont-il les délices de la Logique. Concluez de tout ce que je vous ai dit dans cette lettre, mon cher Chevalier, que la véritable Logique n'eſt pas la Logique de l'École : que la véritable Logique eſt une ſçience dont tout homme qui penſe, doit faire beaucoup de cas: que la véritable Logique nous aide à bien *conſevoir*, à bien *juger*, & à bien *raiſonner* ; & que par conſéquent les trois opé-

rations de l'Ame ſont ſon *objet matériel*, & la rectitude de ces opérations ſon *objet formel.* Voilà le plan de Logique que je compte remplir, ſi je me rends jamais à l'invitation qu'on me fait de donner au Public un cours complet de Philoſophie. Je ſuis &c.

RÉPONSE

A la Lettre précédente.

JE ſerois bien ſurpris, Monſieur, ſi vous aviez pour Panégyriſtes les Philoſophes de l'École; vous ne leur faites guères votre cour. Que peut-on dire de plus cruel aux gens, que de leur démontrer comme 2 & 2 font 4, qu'ils ont rendu ridicule, inutile, & ſouvent même préjudiciable une ſcience très eſtimable, toujours utile, quelquefois néceſſaire. Il y a cent ans que vous n'en auriez pas agi ainſi impunément. Les Pédants dont vous parlez avec ſi peu de reſpect, n'auroient pas enduré patiemment

un affront auſſi ſanglant. Réunis en conciliabule, ils auroient fait tant de Sophiſmes contre votre manière de Philoſopher, qu'ils auroient enfin mis dans la tête de quelques bonnes gens que votre ouvrage offenſe les oreilles véritablement ſcolaſtiques, attente à l'Autorité de l'École, détruit les bonnes études, contient un tas de médiſances contre la ſaine Philoſophie; peut-être même auroient-ils trouvé dans vos phraſes des impiétés, des blaſphémes, des héréſies. Rien n'auroit été plus facile. Qu'auroit-il fallu pour cela ? Changer un mot ou le ſupprimer; mettre un point pour une virgule &c ; & Dieu ſçait comment alors ils vous auroient mené. Mais dans un ſiécle auſſi éclairé que celui-ci, je vous garantis que vous n'avez rien à craindre; & ſi les Pédants s'aviſoient de remuer, je vous promets qu'ils n'auroient pas les rieurs pour eux. Je me joins à ceux qui vous invitent à donner au Public un cours complet de Philoſophie; votre Plan de Logique, rempli ſelon vos idées, fera fortune,

je vous l'assure, & civilisera nos Ecoles. Cet Ouvrage ne doit presque rien vous couter. Il y a un tems infini que vous enseignez la Philosophie dans le goût de votre dernière lettre ; & je suis bien sûr que tous les changemens qu'il vous a plu de faire dans cette Partie des hautes sciences, ont été non-seulement tolérés, mais encore approuvés avec les plus grands éloges. Il y a cependant une chose que je ne vous pardonne pas ; c'est de n'avoir pas fait entrer Newton pour quelque chose dans votre Logique. Il a très-bien parlé de la *Méthode* à la fin de sa 31e. Question d'Optique ; & vous sçavez que, quoiqu'elle ne forme pas une quatrième opération de l'Ame, elle a cependant un rapport très immédiat avec la Logique *proprement dite* ; dans le fond la *Méthode* n'est qu'une suite de *Jugemens* & de *Raisonnemens* tellement arrangés, que chaque chose se trouve à sa place.

Newton distingue donc deux espèces de *Méthodes* applicables à toutes sortes de scien-

ces, l'une *analytique* & l'autre *ſinthétique*. Aller à la cauſe par une énumération ſuivie d'une foule d'effets, & d'un grand nombre de phénoménes artiſtement arrangés, & placés avec un certain ordre & une certaine dépendance les uns après les autres : voilà ce qu'il appelle *Méthode analytique*. Lorſqu'on emploie le *Méthode ſinthétique*, on eſt sûr que la cauſe exiſte ; & l'on s'en ſert pour expliquer par ordre les effets qu'elle eſt capable de produire. Je ſuis convaincu que vous adopterez ces idées, & que vous ſerez charmé que Newton ait quelque part à votre Logique. Il y a dans la Logique intitulée, *l'art de penſer*, un exemple qui nous aidera à ne pas confondre la *Méthode analytique* avec la *Méthode ſinthétique*. Ces deux Méthodes, *dit l'Auteur de cette Logique*, ne différent que comme les deux manières dont on peut ſe ſervir pour prouver qu'une perſonne eſt deſcendue de St. Loüis ; dont l'une eſt de montrer que cette perſonne a un tel père, qui étoit fils d'un tel, & celui-

celui-là d'un autre, & ainſi juſqu'à St. Loüis : & l'autre de commencer par St. Loüis, & montrer qu'il a eu tels enfans, & ces enfans d'autres, en deſcendant juſqu'à la perſonne dont il s'agit. C'eſt-là la penſée de Newton rendue ſenſible par un exemple très familier. Venons-en maintenant à la Phyſique générale ; je ſuis sûr que vos deux Héros y joueront un plus beau rolle, que dans votre Logique. J'en attens le Plan avec impatience, & je ſuis &c.

LIVRE SECOND.

DE LA PHYSIQUE GÉNÉRALE.

LETTRE PREMIÈRE.

Énumération des Queſtions inutiles, ou inſolubles qu'il ne convient pas de diſcuter en Phyſique. Idée de la Phyſique générale. Queſtions qu'il faut y traiter.

JE crois devoir commencer cette Lettre, mon cher Chevalier, à peu près comme la précédente. Je ferai d'abord main baſſe ſur une foule de queſtions inutiles, ou inſolubles, dont la diſcuſſion exacte rendroit la Phyſique générale preſque auſſi ennuyeuſe, & preſque auſſi ridicule que la Logique de l'École. Ce ſont les ſuivantes.

Quelle eſt l'Eſſence métaphyſique de la matière, ou du corps ? Répondre ſagement à cette queſtion, c'eſt répondre que l'on n'en ſçait rien, & ajouter qu'il eſt indécent

qu'un Phyſicien s'occupe de choſes tout-à-fait étrangéres à ſon métier. Le corps n'eſt l'objet de la Phyſique, que dans le tems qu'il conſerve ſon *extenſion actuelle en longueur, largeur, & épaiſſeur.* Peut-il la perdre ſans ceſſer d'exiſter ? Je n'en ſçais rien. Quelque corps l'a-t-il jamais perdue, pour ne conſerver que l'*éxigence de l'extenſion actuelle ?* Je l'ignore. Mais ce que je ſçais bien sûrement, c'eſt que tout corps, qui ne ſeroit pas actuellement long, large & épais, ne ſeroit pas plus que l'Ame ſpirituelle, l'objet de la Phyſique. Ce que je ſçais encore, c'eſt que tout corps eſt *inerte* & *paſſif*, c'eſt-à-dire, que tout corps réſiſte à tout changement d'état, & qu'il lui eſt auſſi impoſſible de s'en procurer un nouveau, qu'il lui a été impoſſible de ſe donner celui, où il ſe trouve actuellement. L'inertie dont nous parlons ici, eſt fondée ſur l'indifférence paſſive qu'a tout corps, comme corps, au repos, ou au mouvement, à telle, ou telle direction, telle ou telle figure. Ce que

je ſçais enfin, c'eſt que cette réſiſtance au changement d'état eſt toujours en raiſon directe de la maſſe qu'on oblige à changer. J'ai quatre fois plus de peine à remuer un corps de 4 livres, qu'un corps d'une livre de maſſe ; donc l'inertie eſt comme la maſſe. Ce ſont les propres penſées de Deſcartes & de Newton, (1)

La matière eſt-elle diviſible à l'infini, ou. bien eſt-elle compoſée de parties indiviſibles que le Créateur même ne puiſſe pas partager en deux ? Cete queſtion eſt encore plus inſoluble que la première ; & Deſcartes n'a jamais mieux parlé, que lorſqu'il nous a exhorté à ne nous embarraſſer jamais dans les diſputes de l'infini (2). Nous ſçavons que, pour les beſoins de l'Univers, la matière a toujours été diviſible, & qu'elle eſt actuellement diviſée en des parties encore plus petites, que tout ce que nous pouvons nous imaginer de plus délié ; les

(1) Tome I. de cet Ouvrage, pag. 225. Tom. II. pag. 253.

(2) Tome I. de cet Ouvrage, pag. 216.

ſaveurs, les odeurs, & ſur-tout la lumière nous le prouvent de la manière la plus ſenſible ; les autres connoiſſances ultérieures ſur ce point de Phyſique nous ſont inutiles ; nous fut-il même poſſible de les acquerir.

Qu'eſt-ce que l'eſpace & le mouvement ? Je vous ai déja fait remarquer dans la vie littéraire de Deſcartes (1), que, rien ne préſentant à mon eſprit une idée plus claire de l'*eſpace*, & du *mouvement*, que ces deux mots eux-mêmes, il ſeroit bien difficile d'en appporter des définitions qui fuſſent plus claires, que les objets définis. Si cependant vous me preſſiez tant, je vous dirois que le *mouvement local* n'eſt que le changement de lieu, & que l'*eſpace* n'eſt pas diſtingué de l'immenſité divine. Mes yeux me diſent que tout corps qui ſe meut, change de place ; & la Raiſon ne me montre que l'immenſité de Dieu dans l'eſpace où ce Monde a été créé. C'étoit-là la penſée de Newton ; il aſſure en termes exprès, à la fin de ſa 28e. queſtion d'Opti-

(1) Pag. 228 & ſuivantes.

que, que l'eſpace eſt infini, & qu'on peut l'appeller *Senſorium Dei.* Voici ſes propres paroles. *Annon ex phœnomenis conſtat, eſſe Entem incorporeum, viventem, intelligentem, omnipræſentem, qui in ſpatio infinito, tanquam ſenſorio ſuo, res ipſas intimè cernat, penitiuſque perſpiciat, totaſque intrà ſe præſens præſentes complectatur.* Je le demande à tout homme qui entend le latin : n'eſt-ce pas là affirmer de la manière du monde la plus claire, que l'eſpace n'eſt pas diſtingué de l'immenſité divine.

Les Cauſes ſecondes ſont-elles Cauſes phyſiques, ou cauſes purement occaſionnelles du mouvement des corps ; mon Ame, par exemple, produit-elle phyſiquement le mouvement de mon bras, ou bien, ne produit-elle qu'une acte de ſa volonté qui engage la Cauſe première à produire ce mouvement ? Voilà ce que j'appelle une queſtion parfaitement inutile. Que mon Ame ſoit Cauſe phyſique, ou Cauſe purement occaſionnelle des mouvemens de mon corps ; je parlerai très correctement, lorſque j'aſ-

ſurerai que je mets mon bras en mouvement.

Quelles queſtions faudra-t-il donc traiter en Phyſique générale, dont l'objet eſt le corps conſidéré comme une ſubſtance longue, large, profonde, capable de repos, de mouvement, de figure &c ? Je vais, mon cher Chevalier, vous en faire l'énumération ; j'aurai ſoin de les diſcuter dans les lettres ſuivantes.

1°. Quelles ſont les régles du mouvement qu'un Phyſicien doit avoir preſque continuellement préſentes à l'eſprit ?

2°. Ce qu'on appelle *eſpace* eſt-il plein, ou vuide ?

3°. Si l'*eſpace* n'eſt pas vuide, quels fluides contient-il, outre l'air que nous reſpirons ; quelle eſt, par-exemple, la nature de la lumière & du feu ?

4°. Quelles ſont les cauſes des qualités générales des corps, parmi leſquelles l'Électricité, la fluidité, le reſſort, la dureté & la peſanteur doivent occuper le premier rang ? Je ne vois pas qu'il y ait plus rien d'eſſentiel à examiner dans la Phyſique gé-

nérale. En tout cas ſi j'oublie quelque choſe d'important, je vous charge d'y ſuppléer. Faites pour la Phyſique, ce que vous venez de faire pour la Logique; entretenez-moi des points que j'aurai omis avec autant de ſolidité que vous venez de le faire ſur la *Méthode*, dont en effet j'aurois dû dire deux mots dans ma Logique; & je vous aſſure que le lecteur ſouhaitera que je faſſe ſouvent pareilles omiſſions. Vous recevrez au premier jour une de mes lettres dans laquelle je ferai l'énumération des régles du mouvement qui doivent faire la baſe de ma Phyſique Newto-Carteſienne. En attendant je ſuis &c.

LETTRE SECONDE.

Régles générales du mouvement trouvées par Deſcartes. Régles générales du mouvement trouvées par Newton. Réflexions ſur les unes & les autres. Régles qui s'obſervent dans le choc des corps non élaſtiques & élaſtiques:.

IL me paroit, mon cher Chevalier, que l'on a beſoin en Phyſique des régles du mouvement dont je vais vous faire l'énumération. Nous les tenons preſque toutes de Deſcartes, ou de Newton.

Tout corps perſévère, autant qu'il eſt en lui, dans l'état où il ſe trouve; & s'il vient à en changer, c'eſt toujours à une cauſe extrinſéque qu'il faut attribuer ce changement.

Tout corps en mouvement tend à décrire une ligne droite. Ces deux loix adoptées par Newton, nous les devons à Deſcartes. Vous me les avez expliquées à merveilles dans ſa vie littéraire, *pag. 224 & ſuivantes.*

Il y a actuellement, il y a toujours eu, & il y aura toujours dans les corps céleſtes la même quantité de mouvement, c'eſt-à-dire, que les corps céleſtes ſe meuvent actuellement, ſe ſont toujours mus, & ſe mouvront toujours, comme ils l'ont fait dès le commencement du monde. Cette régle ainſi préſentée eſt très-vraie. Elle n'eſt fauſſe dans le livre des Principes, que parce que Deſcartes a mis *dans le Monde*, au lieu de mettre *dans les corps céleſtes* (1).

Les changemens qui arrivent dans le mouvement, ſont proportionels à la Force motrice qui les occaſionne, & ils ſe font dans la ligne droite ſelon laquelle cette force a été imprimée. Cette régle eſt de Newton; vous me l'avez expliquée dans ſa vie littéraire, pag. 261. La ſuivante eſt du même Phyſicien. Elle avoit grand beſoin du changement que vous y avez fait; & je ne l'adopte qu'en y ajoutant d'après vous le mot *détruite* (2).

(1) Tome I. de cet Ouvrage, pag. 224. & ſuiv.
(2) Tome II. de cet Ouvrage, pag. 161.

La réaction eſt toujours égale & contraire à l'action détruite.

Un corps pouſſé en même-tems horizontalement & perpendiculairement, parcourra une ligne oblique, qui ſeroit la Diagonale d'un Parallélogramme qui auroit pour hauteur la ligne, ſuivant laquelle le corps a été pouſſé perpendiculairement, & pour largeur, ou pour baſe la ligne, ſuivant laquelle ce même corps a été pouſſé horizontalement. Newton, en nous donnant cette régle, nous a donné le moyen de former très-facilement tous ſortes de courbes; elles ne ſont toutes qu'un aſſemblage de Diagonales infiniment petites, très-peu inclinées les unes aux autres.

L'attraction active ſe fait en raiſon directe des Maſſes, & l'attraction paſſive ſe fait en raiſon inverſe des quarrés des diſtances. Ces deux loix ont été expliquées fort au long dans toute la vie littéraire de Newton, mais ſurtout à la fin de l'*introduction*, & dans tout le livre ſecond. Ce qui m'engage à les regarder comme des loix géné-

rales de la nature, c'eſt que je ne vois pas que l'on puiſſe aſſigner aucune cauſe méchanique de la gravitation mutuelle des corps. Or la raiſon m'apprenant que tout effet a une cauſe ; & la Phyſique ne me fourniſſant aucune cauſe ſeconde de cette gravitation, comme il eſt prouvé dans les deux volumes précédents ; puis-je m'empêcher d'avoir recours à la Cauſe Première ? Avouez, mon cher Chevalier, que vous n'aurez point de peine à donner à cet amas de régles le nom de *Mechanique Newto-Carteſienne* ; je les tiens toutes de Deſcartes, ou de Newton. J'aurois bien voulu puiſer dans les ouvrages de ces deux Phyſiciens celles qui s'obſervent dans le choc des corps élaſtiques & non élaſtiques. Mais l'un n'en a donné que de fauſſes, & l'autre les a propoſées de la manière du monde la plus obſcure (*). J'ai mieux aimé les préſenter à ma manière, en ſuivant pour guides Privat de Molières, Deidier, Nollet &c. Pour que le lecteur les retienne plus

(*) Tom. I. de cet Ouvrage p. 69, Tom. II. p. 262.

plus facilement, je les préſenterai ſous des formules algébriques. Dans ces formules les V, *u* marqueront les viteſſes; les M, *m* les maſſes; les E, *e* les eſpaces; les T, *t* les tems, &c. Pour l'ordinaire la lettre majuſcule marquera quelque choſe de plus fort, que la petite lettre.

La viteſſe eſt toujours égale à l'eſpace parcouru, diviſé par le tems employé à le parcourir. Ainſi $V = \frac{E}{T}$, & $u = \frac{e}{t}$.

La quantité de mouvement, ou la force d'un corps eſt toujours repréſentée par le produit de ſa maſſe & de ſa viteſſe, c'eſt-à-dire, par MV, ou mu, ou Mu, ou mV (*).

Il ſuit évidemment de cette régle que la viteſſe eſt égale à la force diviſée par la maſſe. En effet la Force F = MV, donc $V = \frac{F}{M}$; donc $V = \frac{MV}{M}$.

Si deux corps non élaſtiques qui ſe meuvent de même ſens, viennent à ſe heurter, ils continueront après le choc, de ſe mouvoir enſem-

(*) Tome II. de cet Ouvrage, p. 253.

ble, & dans leur première direction, avec la ſomme des forces qu'ils avoient avant le choc. Car enfin pourquoi la ſomme des forces ne ſeroit-elle pas la même avant & après le choc, lorſque les corps ſe meuvent de même ſens ? Ne ſuppoſe-t-on pas que les mouvemens s'exécutent ou dans le vuide, ou dans un milieu non réſiſtant ? N'eſt-il pas évident, que ſi, dans les chocs conſpirants, quelque choſe ſe perdoit, le choc ſeroit conſpirant & non conſpirant ; conſpirant par ſuppoſition, non conſpirant, parce que la perte de mouvement annonce toujours une véritable oppoſition ; donc la régle dont il s'agit, eſt évidemment recevable. Suppoſons à préſent le corps *m* dirigé vers l'Orient avec la viteſſe *u*, & le corps M dirigé vers le même point avec la viteſſe V ; la ſomme des forces avant le choc étoit $MV + mu$, elle ſera donc après le choc $MV + mu$; & comme ces deux corps continueront après le choc de ſe mouvoir vers l'Orient auſſi vîte l'un que l'autre, & que la viteſſe eſt

toujours égale à la force diviſée par la maſſe, la viteſſe commune de ce *Tout* après le choc ſera $\frac{MV + mu}{M + m}$. Si le corps m eut été en repos, avant que le corps M le frappât, la ſomme des forces avant le choc auroit été MV; elle auroit donc encore été MV après le choc; & l'on auroit eu pour la viteſſe commune du *Tout* après le choc la fraction $\frac{MV}{M+m}$. Exprimons cette formule en chiffres, pour la rendre plus claire. $M = 6 . V = 10 . m = 4$; donc $\frac{MV}{M+m} = \frac{6 \times 10}{6 + 4} . = \frac{60}{10} = 6$; donc ſi un corps de 6 livres va frapper avec 10 degrés de viteſſe un corps de 4 livres qu'il trouve en repos; ces deux corps iront enſemble après le choc dans la direction du corps choquant avec 6 degrés de viteſſe commune. Si le corps m n'eût pas été en repos avant le choc, mais qu'il eût été dirigé vers l'Orient avec 5 degrés de viteſſe, & que le corps M, dirigé auſſi vers l'Orient, l'eût

frappé avec 10 degrés de viteſſe, le *Tout* après le choc auroit eu pour viteſſe commune $\frac{MV + mu}{M + m} = \frac{60 + 20}{10} = \frac{80}{10} = 8$; donc ſi un corps de 6 livres dirigé vers l'Orient avec 10 degrés de viteſſe, frappe un corps de 4 livres dirigé auſſi vers l'Orient avec 5 degrés de viteſſe, après le choc le *Tout* ira vers l'Orient avec 8 degrés de viteſſe commune.

Si deux corps non élaſtiques qui ſe meuvent en ſens directement contraire, viennent à ſe heurter, ils iront enſemble après le choc dans la direction du corps le plus fort, avec l'excès, ou la différence des forces qu'ils avoient avant le choc. Le corps M, *par exemple*, dirigé vers l'Orient va frapper avec 30 degrés de force le corps *m* dirigé vers l'Occident avec 10 degrés de force, le premier emportera le ſecond vers l'Orient, & le *Tout* ſe mouvra avec 20 degrés de force. Me demandez-vous maintenant, mon cher Chevalier, quelle ſera la viteſſe commune de ce *Tout* ? Elle ſera exprimée

par la fraction $\frac{MV - mu}{M + m}$. Donnons au corps M dirigé vers l'Orient, 3 livres de maſſe & 10 degrés de viteſſe; ſa force MV ſera de 30 degrés. Donnons au corps *m* dirigé vers l'Occident 2 livres de maſſe & 5 degrés de viteſſe; ſa force *mu* ſera de 10 degrés; & l'on aura la fraction

$$\frac{MV - mu}{M + m} = \frac{30 - 10}{3 + 2} = \frac{20}{5} = 4;$$

donc aprés le choc le corps M & le corps *m* ſe mouvront vers l'Orient avec 4 degrés de viteſſe commune. Me demandez-vous encore, pourquoi dans les chocs oppoſés la ſomme des forces après le choc eſt exprimée par la formule $MV - mu$? Toute ma réponſe conſiſtera à vous faire remarquer que par le choc, non-ſeulement le corps *m* perd ſes 10 degrés de force, mais qu'il en fait encore perdre 10 degrés au corps M, parce que deux forces égales & directement oppoſées ſe détruiſent; donc après le choc le corps M & le corps *m* ne doivent ſe mouvoir vers l'Orient qu'avec

20 degrés de force ; donc leur force après le choc ſera exprimée par la formule $MV - mu$; donc leur viteſſe commune après le choc ſera $\frac{MV - mu}{M+m}$. Je vous ai déja fait remarquer que la viteſſe étoit toujours égale à la force diviſée par la maſſe du *Tout* qui ſe meut. N'oubliez pas ces deux dernières régles ; elles vous ſerviront dans le choc des corps élaſtiques. Lorſqu'il s'agit de ces ſortes de corps, il faut diſtinguer deux eſpèces de mouvement, l'un *direct* par lequel les corps élaſtiques perdent par le choc leur première figure, l'autre *réfléchi* par lequel les corps élaſtiques reprennent après le choc la figure qu'ils avoient perdue,

Si deux corps élaſtiques viennent à ſe heurter, le mouvement direct ſe communique, comme ſi les corps n'étoient pas élaſtiques, ſoit qu'ils ſe meuvent de même ſens, ſoit qu'ils ſe meuvent en ſens contraire. Cette Régle n'a pas beſoin d'explication. La cauſe du reſſort, quelle qu'elle ſoit, n'agit que

lorſque le corps réprend, ou tend à reprendre ſa première figure. Combien de corps dénués de toute eſpèce de reſſort, ſont ſujets à perdre leur figure, lorſqu'on les ſoumet à la moindre compreſſion! Donc dans le choc des corps élaſtiques, le mouvement diréct ſe communique, comme ſi les corps étoient dénués de reſſort.

Lorſqu'après le choc, deux corps élaſtiques reprennent leur première figure, le corps choquant acquiert autant de viteſſe pour revenir ſur ſes pas, qu'il en avoit perdu par le choc, & le corps choqué acquiert autant de viteſſe pour aller en avant, qu'il en avoit d'abord gagné par le choc. Exemples. Le corps M de deux livres va frapper avec 6 degrés de viteſſe le corps *m* d'une livre en repos. Qu'arrivera-t-il dans la ſuppoſition que ces deux corps ſont doués d'un parfait reſſort, & que le premier eſt dirigé vers l'Orient? Tous les deux après le choc continueront à ſe mouvoir vers l'Orient, le corps choquant M avec 2, & le corps choqué *m* avec 8 degrés de viteſſe.

En effet ſi ces deux corps n'euſſent pas été élaſtiques, après le choc ils ſeroient allés vers l'Orient avec une viteſſe commune, repréſentée par la fraction $\frac{MV}{M+m} = \frac{12}{3} = 4$. Mais ils ſont élaſtiques; donc le corps choquant M qui a perdu par le choc 2 degrés de viteſſe, & qui en a conſervé 4 pour aller vers l'Orient, en recevra 2 pour retourner vers l'Occident, lorſqu'il reprendra ſa première figure; donc il continuera ſa route vers l'Orient avec 2 degrés de viteſſe ſeulement. Pour le corps choqué *m*, il gagnera, en reprenant ſa figure, autant de viteſſe pour continuer à aller vers l'Orient, qu'il en avoit déja gagné en la perdant; donc le corps choqué *m* ira vers l'Orient, après le choc, avec 8 degrés de viteſſe.

Si le corps choqué *m* eut déja été en mouvement vers l'Orient avec trois degrés de viteſſe; après le choc il auroit continué à ſe mouvoir vers l'Orient avec 7 degrés de viteſſe, & le corps choquant M ſe

ſeroit mû dans la même direction avec 4 degrés. En voici la preuve. Si ces deux corps n'euſſent pas été élaſtiques, après le choc ils auroient continué à ſe mouvoir vers l'Orient avec la viteſſe $\frac{MV + mu}{M + m} = \frac{15}{3} =$ 5 donc le corps *m* n'auroit gagné par le choc que 2 degrés, & le corps M n'auroit perdu qu'un degré de viteſſe ; donc, en reprenant leur première figure, le corps choqué *m* n'auroit dû gagner que 2 degrés pour continuer ſa route vers l'Orient, & le corps choquant M n'en auroit dû gagner qu'un pour revenir vers l'Occident ; donc après le choc le corps choquant M ſeroit allé vers l'Orient avec 4, & le corps *m* avec 7 degrés viteſſe.

Si le corps choqué *m* ſe fût mû vers l'Occident avec 3 degrés, tandiſque le corps choquant M ſe mouvoit vers l'Orient avec 6 degrés de viteſſe ; après le choc le corps choquant M auroit été réduit au repos, & le corps choqué *m* ſeroit revenu vers l'Orient avec 9 degrés de viteſſe. Le compte en ſera

bientôt fait. Si ces deux corps n'eussent pas été élastiques, après le choc ils seroient allé vers l'Orient avec la vitesse $\frac{MV - mu}{M + m} = \frac{9}{3} = 3$; donc le corps choquant M qui auroit perdu par le choc 3 degrés de vitesse, & qui en auroit conservé 3 pour aller vers l'Orient, devroit, en reprenant sa figure, en reprendre 3 pour revenir vers l'Occident; il devroit donc rester immobile, puisque deux vitesses égales le pousseroient, l'une vers l'Orient, & l'autre vers l'Occident. Pour le corps *m*, il faut le considérer comme corps choqué, & comme corps choquant, car il a réellement ces deux qualités. Comme corps choqué, il a gagné pour aller vers l'Orient 6 degrés de vitesse, 3 en perdant sa figure, & 3 en la reprenant. Comme corps choquant, il a perdu par le choc les 3 degrés de vitesse qu'il avoit pour aller à l'Occident; donc, en reprenant sa figure, il doit les reprendre pour revenir vers l'Orient; donc il se por-

tera vers l'Orient avec 9 degrés de viteſſe. Vous ſerez bientôt au fait de cette manière de compter ; ſi vous voulez appliquer vos régles des corps élaſtiques & non élaſtiques à une centaine d'exemples ; *fabricando fabri ſimus.*

Ici, mon cher Chevalier, vous ne manquerez pas de me faire les queſtions ſuivantes. Pourquoi le corps choquant reçoit-il, en reprenant ſa figure, autant de *viteſſe réfléchie*, qu'il en avoit perdu de *directe* par le choc ; & pourquoi reçoit-il cette viteſſe pour revenir ſur ſes pas ? Pourquoi au contraire la viteſſe que reçoit le corps choqué, en reprenant ſa figure, le fait-elle avancer : & pourquoi cette *viteſſe réfléchie* eſt-elle préciſément égale à la *viteſſe directe* qu'il avoit gagnée par le choc ? Une ſeule réponſe ſatisfait à toutes ces queſtions ; elle eſt fondée ſur ce Principe, *la Réaction eſt toujours égale & contraire à l'action ;* s'il a jamais lieu, c'eſt dans cette occaſion.

Dans le choc des corps élaſtiques, le corps choquant comprime le corps choqué, & celui-

ci à ſon tour comprime celui-là ; donc, en ſe détendant, le corps choquant doit continuer à pouſſer en avant le corps choqué, & celui-ci doit pouſſer en arrière le corps choquant. Vous voyez déja pourquoi le corps choquant reçoit de la viteſſe pour revenir, & le corps choqué pour avancer. Si le premier en reçoit autant pour revenir, qu'il en avoit perdu par le choc, c'eſt que le corps choqué ſe détend avec toute la *viteſſe directe* qui lui avoit été communiquée ; & ſi le ſecond gagne autant de *viteſſe réfléchie*, qu'il en avoit gagné de *directe* ; c'eſt que le corps choquant ſe détend comme il s'étoit comprimé, c'eſt-à-dire, il fait d'autant plus, ou d'autant moins d'effort pour ſe détendre, qu'il s'étoit plus ou moins comprimé. Mais en ſe comprimant, il avoit communiqué au corps choqué un certain nombre de degrés de *viteſſe directe* ; donc, en ſe détendant, il doit lui en communiquer un pareil nombre de *viteſſe réfléchie*. Voilà, mon cher Chevalier, ce que j'avois à vous dire ſur les régles du

mouvement que je regarde comme la baſe de mon ſyſtéme Newto-Cartéſien ; je ſuis fâché de n'avoir pas pû être plus court. Je ſuis, &c.

LETTRE TROISIÉME.

Examen du parti qu'il faut prendre entre le vuide & le Plein. Preuve du Plein ſenſible dans les Eſpaces céleſtes, tirées du Satellite de Vénus. Comparaiſon entre la Maſſe de Vénus & celle de la Terre.

LE Vuide eſt-il métaphyſiquement impoſſible dans les eſpaces céleſtes, ou ailleurs ? Le Plein parfait exiſte-t-il dans le Ciel ? Y auroit-il dans ces eſpaces immenſes un Vuide abſolu ou du moins ſenſible ? Voilà, mon cher Chevalier, des Queſtions que les Philoſophes anciens & modernes ont traitées avec beaucoup de ſoin. Deſcartes, en regardant le Vuide comme métaphyſiquement impoſſible, & le Plein parfait comme exiſtant dans les eſpaces céleſ-

tes, a avancé deux Propoſitions inſoutenables. Je vous ai démontré dans ſa vie littéraire (1) que la première étoit téméraire, & la ſeconde fauſſe. Épicure & Gaſſendi, défenſeurs du Vuide parfait, ſe ſont auſſi évidemment trompés que s'ils euſſent ſoutenu le Plein abſolu. Newton (2) a cru ne pas s'écarter de la vérité en admettant un Vuide ſenſible dans le Ciel. Il me paroit qu'aucun de ces Grands-hommes n'a encore préſenté le véritable ſyſtéme de la Nature. Je ſoupçonne qu'il exiſte dans le Ciel un Plein ſenſible ; & ſi je viens à le prouver, je pourrai me flatter de ſuivre un parti mitoyen entre le ſentiment de Deſcartes qui veut un Plein parfait, & le ſentiment de Newton qui paroit un peu trop porté pour le Vuide. Mes preuves ne ſont pas mépriſables. Préſentons-les en *forme probante.*

(1) Tome I. de cet Ouvrage, pag. 231, 246 & 272.

(2) Tome II. pag. 93 & ſuivante.

Ce qui exiſte dans les eſpaces qui ſe trouvent entre la Terre & le Soleil, doit exiſter dans le tout reſte du Ciel. Mais il exiſte un Plein ſenſible dans les eſpaces qui ſe trouvent entre la Terre & le Soleil ; vous en ſerez convaincu, lorſque vous aurez vû le ſçavant Mémoire que M. de Mairan lut à l'Académie Royale des Sciences de Paris, le 8 Mai 1762, ſur la *cauſe des courtes apparitions & des longues diſparitions du Satellite de Vénus.* Je le tiens des mains même de l'Auteur ; c'eſt une raiſon pour moi de le conſerver précieuſement ; je ſerois inconſolable, s'il venoit à s'égarer. En voici l'abrégé : je voudrois que le tems me permit de vous le tranſcrire mot par mot.

M. de Mairan dit d'abord que, quoique, le 6e Juin de l'année 1761, jour à jamais fameux dans les faſtes de l'Aſtronomie par le paſſage de Vénus ſous le diſque du Soleil, il n'ait pas vu le Satellite de cette Planéte, il n'en eſt pas moins porté à croire que ce Satellite exiſte, tant par les anciennes obſervations que nous avons

ſur ce ſujet, qu'en vertu d'une cauſe très-capable de produire ſes longues diſparitions.

Les obſervations qu'il rapporte ſont celles de François Fontana Mathématicien de Naples, de Dominique Caſſini, & de Short de la Société Royale de Londres.

Fontana dans ſon ouvrage intitulé, *novæ cæleſtium, terreſtriumque rerum obſervationes*, aſſure avoir vû 4 fois le Satellite de Vénus depuis le commencement de l'année 1645, juſqu'au commencement de l'année 1646.

Dominique Caſſini nous apprend dans les Mémoires de l'Académie des Sciences, *Tom VIII, pag. 181*, que le 28 Août, à 4 heures, 15 minutes du matin, en regardant Vénus par la lunette de 34 pieds, il vit à trois cinquièmes de ſon diamétre, vers l'Orient, une lumière informe qu'il ſoupçonna être un Satellite de cette Planéte. Il avoit fait une ſemblable obſervation le 25 Janvier 1672, depuis 6 heures 52 minutes du matin, juſqu'à 7 heures 2 minutes.

Mais l'obſervation la plus frappante, l'obſervation ſur laquelle M. de Mairan fait le plus de fond, c'eſt celle que fit Short le 3 Novembre 1740, depuis quelques minutes après 7 heures du matin, juſqu'à huit heures & un quart. Il vit le Satellite en queſtion d'abord avec un Téleſcope de 16 à 17 pouces anglois de foyer; enſuite avec un Téleſcope de même foyer qui étoit garni d'un micrométre qui augmentoit 50 à 60 fois le diamétre de l'objet; enfin avec 2 inſtrumens pareils dont l'un groſſiſſoit 140, & l'autre 240 fois. Ces différentes obſervations nous portent à croire que M. Montagne de la Société Royale de Limoge, n'a rien dit que de très-probable, lorſqu'il a aſſuré avoir vû le Satellite de Vénus le 3, le 4 & le 7 de Mai de l'année 1761. On aſſure même aſſez poſitivement que ce nouvel Aſtre a environ le $\frac{1}{4}$ du diamétre de Vénus; qu'il en eſt éloigné à peu près autant que la Lune l'eſt de la Terre; & que ſa révolution périodique eſt de 223 heures.

Mais pourquoi ce Satellite paroit-il si rarement, & disparoit-il pendant si longtems ? C'est à l'athmosphére solaire dont M. de Mairan a démontré l'existence dans son Traité de l'Aurore boréale, qu'il faut attribuer ses courtes apparitions, & ses disparitions irrégulières. Le Satellite de Vénus, *dit M. de Mairan*, est presque toujours plongé dans l'athmosphére du Soleil. Il est donc presque toujours enveloppé d'une matière fluide plus ou moins dense, qui nous le cache en tout, ou en partie, & qui se complique avec sa petitesse, & avec la contexture peu réfléchissante de sa surface. Nous ne pouvons donc le voir que dans deux occasions, ou lorsque l'athmosphére solaire ne parvient pas jusqu'à lui, ce qui n'arrive presque jamais ; ou lorsque cette athmosphére se trouve être en tout assez rare & assez transparente, pour laisser passer une partie suffisante de la lumière que le Satellite réfléchit vers nous, ce qui arrive quelquefois.

Je vous le demande, mon cher Cheva-

lier ; n'ai-je pas droit de regarder comme ſenſiblement pleins des eſpaces qui contiennent un fluide capable de nous cacher habituellement un Aſtre, au moins auſſi gros que la Lune. Donc les eſpaces qui ſe trouvent entre la Terre & le Soleil, & par Analogie tous les eſpaces céleſtes, doivent être regardés comme ſenſiblement pleins. Cela n'empêche pas cependant que la matière qu'ils contiennent, ne ſoit infiniment diviſée, preſque infiniment plus rare que les Aſtres qui la traverſent, en un mot à peu près ſemblable à celle dont il eſt parlé dans la vie littéraire de Newton, pag. 80.

Si ce qu'on dit du Satellite de Vénus eſt vrai, nous pouvons aſſurer, ſans craindre de nous tromper, que Vénus eſt une Planéte au moins 8 fois plus groſſe que la Terre. En voici la démonſtration la plus exacte.

1°. Le tems périodique du Satellite de Vénus eſt de 223 heures, & le quarré de ce tems eſt repréſenté par le nombre 49729.

2°. La diſtance de ce Satellite au centre

de ſa Planéte principale eſt d'environ 90000 lieües; & elle ſera repréſentée par le nombre 3, ſi l'on fait de 1000 parties égales le rayon du grand orbe, c'eſt-à-dire, la diſtance de la Terre au Soleil. Dans cette hypothéſe le nombre 27 repréſentera le cube de la diſtance du Satellite de Vénus.

3°. Le tems périodique du Satellite de la Terre, je veux dire, de la Lune eſt de 656 heures, & le quarré de ce tems eſt 430336.

4°. La diſtance de la Lune à la Terre eſt la même que celle du Satellite de Vénus au centre de ſa Planéte principale; elle eſt donc 3, & ſon cube 27.

5°. Je vous ai démontré dans la vie littéraire de Newton (1) que la Maſſe d'un corps central quelconque eſt proportionnelle au cube de la diſtance de ſon Satellite, diviſé par le quarré du tems périodique de ce même Satellite; l'on a donc la proportion ſuivante:

La maſſe de Vénus: à la maſſe de la

(1) Tome II. de cet Ouvrage, pag. 167.

Terre : : $\frac{27}{49729}$: $\frac{27}{430336}$.

6°. $\frac{27}{49729}$: $\frac{27}{430336}$: : 430336 : 49729.

7°. 430336 : 49729 : : 8 & environ $\frac{2}{3}$: 1.

Donc la maſſe de Vénus : à la maſſe de la Terre : : 8 & environ $\frac{2}{3}$: 1. Donc, ſi ce qu'on dit du Satellite de Vénus eſt vrai, nous pouvons aſſurer que Vénus eſt une Planète au moins 8 fois plus groſſe que la Terre, ſi non en volume, du moins en quantité de matière. Vous pouvez, mon cher Chevalier, vous fier à ce calcul, il me paroit exact. Servez-vous en pour corriger la faute qui ſe trouve dans mon grand Dictionnaire à l'article *Satellite de Vénus*; je ne ſçais comment je fis le quarré de 223 heures = 19729. Ces inattentions ſe pardonnent facilement dans les livres de ſciences, ſurtout lorſque la formule générale eſt auſſi ſûre que celle que je donnai à cette occaſion. La concluſion que vous devez tirer de tout ce que je vous ai dit dans cette lettre, c'eſt que les eſpaces céleſtes ne ſont ni ſenſiblement vuides, ni parfaite-

ment pleins, mais seulement sensiblement pleins. Examinons maintenant quelle est la nature des fluides qui forment ce plein sensible ; je le ferai dans les lettres suivantes. Je suis, &c.

LETTRE QUATRIÉME.

Subtilité, ressort, mouvement, & hétérogénéité de la lumière. Diminution de son intensité, & raison suivant laquelle se fait cette diminution.

CE que j'ai à vous marquer sur la lumière, sera, mon cher Chevalier, la matière de deux lettres. Dans la première je n'avancerai que des choses dont je suis en état de vous apporter, & dont je vous apporterai en effet la démonstration la plus rigoureuse ; je ne vous dirai au contraire dans la seconde que des choses probables, que des choses, qui, toute vraies qu'elles me paroissent, pourroient absolument être fausses. Entrons en matière sans autre préambule.

Une incompréhenſible ſubtilité, un reſſort très-exact & très-parfait, un mouvement très-rapide en ligne droite, une hétérogénéité très-décidée, une force & une intenſité qui diminuent préciſément en raiſon inverſe des quarrés des diſtances au corps lumineux; voilà ce que je regarde comme des propriétés de la lumière ſuſceptibles d'une véritable démonſtration. Je prendrai, la plûpart du tems, pour exemple la lumière du Soleil; il vous ſera très-facile d'appliquer aux autres eſpèces de lumière ce que je vous aurai dit de celle de l'Aſtre du jour.

Et d'abord, mon cher Chevalier, la lumière du Soleil eſt un corps encore plus ſubtil, que tout ce vous pouvez vous imaginer de plus délié. Je ne me contenterai pas, pour vous en convaincre, de vous faire remarquer qu'elle traverſe avec une facilité prodigieuſe les pores du verre, que vous ſçavez être très-petits; je vous prierai de vous placer ſur une hauteur, & de jetter de-là les yeux ſur une campagne découverte. Combien

d'objets ſe préſenteront à votre vûe, les uns clairement, les autres confuſément : chacun de ces objets renverra à vos yeux un très-grand nombre de rayons de lumière ; tous ces rayons arriveront à votre rétine, après avoir paſſé par votre prunelle. Voilà donc une infinité de rayons qui paſſeront librement par un trou très-petit ; vous faut-il d'autre preuve pour conclure que la lumière eſt un corps encore plus ſubtil, que tout ce que vous pouvez vous imaginer de plus délié ?

Nous ne connoiſſons point de corps dont le reſſort ſoit plus parfait que celui du fluide qui nous éclaire. Si cela n'étoit pas ainſi, la Catoptrique ne ſeroit qu'un amas de propoſitions fauſſes, ou pour le moins incertaines ; elles ſont toutes fondées ſur ce Principe, *la lumière, tombant obliquement ſur un miroir quelconque, fait un angle de réflexion exactement égal à celui d'incidence.* Vous êtes trop bon Phyſicien, pour me demander une marque plus déciſive d'un reſſort parfait.

Une expérience auſſi certaine que le Principe que je viens de vous apporter, vous prouvera que le mouvement de la lumière ſe fait en ligne droite. Entrez dans une chambre obſcure qui n'ait que deux petits trous parfaitement & géométriquement correſpondans, l'un, par-exemple, à l'Orient, l'autre à l'Occident. Préſentez par dehors pendant la nuit à l'un des deux trous une chandelle allumée; les rayons qu'elle envera, enfileront l'autre trou ſans éclairer l'intérieur de la chambre: donc le mouvement de la lumière eſt un mouvement en ligne droite.

Pour vous prouver que ce mouvement en ligne droite ſe fait avec une rapidité prodigieuſe, je vous mettrai ſous les yeux la fameuſe découverte de M. M. Bradley & Molyneux; vous ſerez obligé de convenir que la lumière du Soleil parcourt environ 66 millions de lieües dans l'eſpace de 14 minutes. Voici le fait. Vous ſçavez que Jupiter eſt une planéte très-conſidérable, éloignée du Soleil d'environ 143 millions de

lieües, & environnée de 4 Satellites qui ſe meuvent périodiquement autour de lui. Vous ſçavez encore que le premier de ces Satellites ne met que 42 heures $\frac{1}{2}$ à faire ſon tour périodique. Vous ſçavez enfin que Jupiter ſe trouvant une fois, pendant cette courte période de tems, entre la Terre & ſon premier Satellite, nous devrions avoir naturellement une éclipſe de ce Satellite de 42 heures $\frac{1}{2}$ en 42 heures $\frac{1}{2}$; donc dans 85 heures nous devrions en avoir deux, & par conſéquent deux émerſions. Comme nous ne les avons pas, les Aſtronomes phyſiciens attribuerent d'abord ce retardement au mouvement de tranſlation de la lumière; & comme ce retardement eſt préciſément de 14 minutes plus long, lorſque Jupiter eſt apogée, que lorſque Jupiter eſt périgée, M. M. Bradlei & Molyneux conclurent, que la lumière réfléchie par le Satellite en queſtion employoit 14 minutes à parcourir l'eſpace qui marque l'excès de la diſtance de Jupiter apogée ſur la diſtance de Jupiter périgée. Mais cet excès eſt de

66 millions de lieües ; donc la lumière réfléchie par le premier Satellite de Jupiter n'employe que 14 minutes à parcourir 66 millions de lieües ; donc le mouvement de la lumière eſt un mouvement d'une rapidité prodigieuſe.

Les expériences de Newton ne prouvent pas d'une manière moins convaincante, que la lumière eſt un corps hétérogéne compoſé de 7 rayons différens en maſſe & en figure ; vous en êtes convenu vous-même dans la vie littéraire de ce Philoſophe, lorſque vous m'avez rendu compte de la troiſième partie de ſon Optique ; il ſeroit inutile de revenir ſur un point que nous regardons, vous & moi, comme démontré. Avouons donc ingénument que Deſcartes s'eſt trompé, lorſqu'il a prétendu que la lumière étoit un corps homogéne ; & ne tentons pas de faire à cette occaſion aucun accord entre l'École Cartéſienne & l'École Newtonienne ; nous le ferions aux dépens de la vérité.

Enfin tout faiſceau de lumière qui part

d'un point quelconque d'un corps lumineux, & dont les rayons vont en divergeant, s'affoiblit d'autant plus qu'il s'éloigne davantage de ſa ſource. Il eſt même démontré qu'à 2 lieües du corps lumineux ſa force & ſon intenſité ſont quatre fois moins grandes qu'à une lieüe; ou, ce qui revient au même, il eſt démontré que l'intenſité de la lumière eſt préciſément en raiſon inverſe des quarrés des diſtances au corps lumineux. Si j'écrivois à un homme qui ne fut pas au fait des Mathématiques, cette démonſtration, je l'avoüe, me meneroit un peu loin. Mais je me rappelle que vous lûtes, ſans être arrêté, l'abrégé que je vous envoyai de la Géométrie de Deſcartes dans la vie littéraire de ce Philoſophe; pourroit-il me venir en penſée de m'appeſantir ſur une démonſtration qui ne demande, pour être entendue, que les premiers élémens de la plus ſimple Géométrie? Jettez donc les yeux, mon cher Chevalier, ſur la fig. 8 de la pl. 4 du Tom. II. dans laquelle le point N eſt ſuppoſé à une lieüe, & le

point M à deux lieües du corps lumineux AP. Vous vous appercevrez d'abord, que les rayons de lumière AB, AC, AM. AS, AV, & tant d'autres que je ne vous marque pas, pour ne pas rendre la figure trop obſcure, forment un cone lumineux ABC, qui a pour pointe le point A, & & pour baſe l'aire du cercle BHCKM. Vous vous appercevrez auſſi facilement, qu'à cauſe des lignes paralléles DN & BM, les triangles AND & AMB ſont équiangles. Vous ſçavez que deux triangles équiangles ont leurs côtés homologues proportionnels. Vous direz donc, AN : AM : : DN : BM. Mais DN : BM : : DE : BC, parce que les *moitiés* ſont comme les *touts*; donc AN : AM : : DE : BC. Mais, *par ſuppoſition*, AN eſt la moitié de AM; donc DE eſt la moitié de BC; donc DE : BC : : 1 : 2. Enfin vous vous rappellerez, que les aires des cercles ſont comme les quarrés de leurs diamétres; & vous conclurez de-là, que l'aire du cercle N n'eſt que le quart de l'aire du cercle M. Mais

je vous le demande, mon cher Chevalier, cela peut-il être ainſi, ſans que les rayons de lumière partis du point A, ſoient quatre fois plus ſerrés dans l'aire du cercle N, que dans l'aire du cercle M? Et les rayons de lumière partis du point A, peuvent-ils être quatre fois plus ſerrés dans l'aire du cercle N, que dans l'aire du cercle M, ſans que l'intenſité de la lumière ſoit quatre fois moins grande à deux lieües, qu'à une lieüe du corps lumineux? Donc la force & l'intenſité de la lumière ſuivent préciſément la raiſon inverſe des quarrés des diſtances au corps lumineux.

Cette démonſtration peut être regardée comme une eſpèce de formule générale. Appliquée à un corps ignée, à un corps ſonore, à un corps odoriférant &c., elle vous ſervira à prouver que l'intenſité de la chaleur, du ſon, des odeurs &c., ſuit dans ſa diminution la même proportion que la lumière. Ne me demandez plus donc, je vous en prie, pourquoi le Créateur, faiſant une loi générale pour la gravité des

corps, a choisi la raison inverse des quarrés des distances, préférablement à toutes les autres raisons; l'uniformité qui doit regner dans l'Univers, étoit un motif plus que suffisant pour l'y déterminer.

Je vous le répéte, mon cher Chevalier; tout ce que vous ai dit jusqu'à présent, a été susceptible d'une véritable démonstration; & sur ces différens points il ne peut y avoir aucun démêlé entre les Physiciens. Il n'en est pas ainsi de la propagation de la lumière; Descartes prétend avoir de très-bonnes raisons pour avancer qu'elle se fait par *percussion*; & Newton croit avoir démontré qu'elle se fait par *émission*. Quelque opposés que paroissent ces deux sentimens, il me semble qu'il n'est pas impossible de les réunir ensemble, & de prouver solidement que la propagation de la lumière se fait en partie par *percussion*, & en partie par *émission*. C'est-là ce qui fera le sujet de la lettre suivante. Ne l'attendez pas de quelque tems; je veux, avant que de me déterminer, exa-

miner le pour & le contre avec toute l'attention dont je ſerai capable. En attendant, je ſuis &c.

LETTRE CINQUIÉME.

Penſées de Newton & de Deſcartes ſur la propagation de la lumière. Accord propoſé entre ces deux Phyſiciens. Réponſes aux difficultés qui ſe rencontrent dans le Syſtême de réunion.

JE ne m'arrêterai pas long-tems, mon cher Chevalier, à vous expliquer les deux ſentimens qui partagent encore aujourd'hui les Phyſiciens ſur la manière dont ſe fait la propagation de la lumière. Celui de l'*émiſſion* pure & ſimple n'a preſque pas beſoin d'explication. L'on comprend d'abord que, ſuivant ce ſyſtême dont Newton s'eſt déclaré le défenſeur, le rayon de lumière qui frappe nos yeux, a dû être quelque tems auparavant dans le ſein même du corps lumineux, d'où l'efferveſcence & le bouillonnement l'ont fait ſortir avec en-

core plus de force que la poudre enflammée ne lance les bâles & les boulets. Il eſt un peu plus difficile de comprendre la penſée des Phyſiciens, qui, à l'exemple de Deſcartes, admettent la propagation de la lumière par *percuſſion.*

A les en croire, la lumière, répandue par-tout depuis le commencement du monde, eſt un fluide très diſtingué du corps lumineux dans le ſein duquel elle n'a jamais pû ſe trouver. Elle ne nous éclaire que parce que le corps lumineux la pouſſe & la preſſe, & que ce mouvement de preſſion ſe communique de globule en globule juſqu'à celui qui touche l'œil du ſpectateur. Mais je me rappelle que je vous ai expliqué au long ce ſyſtéme, en vous rendant compte de la Dioptrique de Deſcartes, dans la vie littéraire de ce Philoſophe (1). Ne perdons pas le tems à répéter cent fois la même choſe, & voyons ſi l'on ne pourroit pas prouver que la propagation de la lumière ſe fait en partie par

(1) Tome I. de cet Ouvrage, p. 328.

émiſſion, & en partie par *percuſſion*. Si j'en viens à bout, j'avoue que l'entier accommodement entre Deſcartes & Newton ſera ſur le point d'être conclu. Tentons donc ce grand Ouvrage, & prenons pour exemple la lumière du Soleil.

Vous ſçavez ſans doute, mon cher Chevalier, que cet Aſtre, éloigné de la Terre d'environ trente millions de lieues, eſt un globe de feu, fluide ou preſque fluide, dans le ſein duquel regnent l'effervescence, le bouillonnement, la fermentation la plus terrible que vous puiſſiez vous imaginer. Les parties dont il eſt compoſé, doivent donc à chaque inſtant faire les plus grands efforts pour s'echapper avec une viteſſe incompréhenſible dans les eſpaces céleſtes.

Vous ſçavez encore que le Soleil eſt entouré d'une athmoſphére qui nous éclaire, & qui, ſuivant M. de Mairan, s'étendant quelquefois juſqu'à nous, vient ſe mêler avec l'athmoſphére du globe que nous habitons. Si vous aviez le moindre doute là-deſſus, je vous inviterois à lire l'excellent

Ouvrage que ce Phyſicien a donné ſur les cauſes de l'Aurore boréale & de la lumiére zodiacale ; vous verriez qu'il eſt bien difficile, pour ne pas dire impoſſible d'expliquer aucun de ces deux phénoménes, ſans le ſecours de l'athmoſphére dont nous parlons.

Vous ſçavez enfin que cette athmoſphére, que je ne diſtingue pas de la lumière ſolaire, eſt compoſée de particules très-élaſtiques, & qu'elle eſt diviſée en couches contigues qui ont toutes pour centre le centre même du Soleil. Ces notions une fois ſuppoſées, voici comment j'explique la propagation de la lumière.

A chaque inſtant les parties ſubtiles dont le Soleil eſt compoſé, tendent à s'échaper du ſein de cet aſtre, avec toute la vîteſſe que peut procurer à des corpuſcules très-déliés l'effervence la plus terrible & la plus effroyable. Retenues par la première couche de l'athmoſphére ſolaire, elles frappent avec force les particules dont elle eſt formée. Ce mouvement ſe communique de couche

en couche juſqu'à la dernière, qui n'étant retenue par aucun obſtacle conſidérable, part avec à peu près toute la vîteſſe communiquée à la première couche. Voulez-vous une image ſenſible de ce méchaniſme ? Jettez les yeux ſur 100 boules égales & élaſtiques, rangées ſur la même ligne droite. L'on frappe la première, & l'on voit à l'inſtant la dernière partir avec d'autant plus de vîteſſe, que la première a été frappée plus fort.

Voilà, mon cher Chevalier, la *percuſſion* & l'*émiſſion* réunies enſemble de la manière du monde la plus heureuſe ; & voilà ce que j'appelle accorder Deſcartes avec Newton ſur un point de Phyſique où ces deux Philoſophes paroiſſoient les plus oppoſés. Je conviens très-volontiers avec le premier, que la lumière du Soleil ſe propage par *percuſſion* depuis le ſein de cet Aſtre juſqu'à la dernière couche de l'athmoſphére qui l'entoure ; & puiſque le ſecond demande l'*émiſſion*, j'avoue qu'elle a lieu depuis la dernière couche de l'atmoſphére ſolaire

solaire jusqu'aux Étoiles les plus éloignées. La lumière de ces derniers Astres doit se propager à peu près de la même manière. Pourquoi ne dirions-nous pas que chaque Étoile est entourée d'une athmosphére lumineuse d'autant plus étendue, que l'Astre est plus considérable ? Ne sçavons-nous pas que toute Étoile est un véritable Soleil, placé à une distance presque infinie, & de celui qui nous éclaire, & du globe que nous habitons.

Ce sentiment, tout victorieux qu'il me paroit, a cependant des difficultés qu'il est nécessaire de faire évanouïr. Si l'athmosphére solaire, *me dira-t-on*, perd à chaque instant une de ses couches, elle devroit depuis long-tems avoir disparu. Combien d'instans se sont écoulés depuis la création du Monde jusqu'à nous, & par conséquent combien de couches se sont déja envolées ! Il ne devroit rester actuellement aucun vestige d'une athmosphére un million de fois plus étenduë que celle du Soleil.

UNIV. OF MICH.

Cette difficulté eſt dans le fond plus effrayante que ſolide. A chaque inſtant, je l'avoue, l'athmoſphére ſolaire perd une de ſes couches; mais à chaque inſtant auſſi elle répare ſes pertes, en acquérant une nouvelle matière lumineuſe. Je m'explique. L'athmoſphére ſolaire envoie de ſa matière, ou à des corps éclairans, comme ſont les Étoiles, ou à des corps éclairés, comme ſont les Planétes. Dans le premier cas, je le ſçais, la lumière envoyée ne revient plus à l'athmoſphére ſolaire; mais il lui en vient une ſemblable des athmoſphéres qui entourent les Etoiles; & c'eſt ce commerce de lumière entre les corps éclairans, qui ſert à réparer abondamment les pertes immenſes que doit faire l'athmoſphére du Soleil. Pour la lumière envoyée aux Planétes, je n'en ſuis pas en peine. Doüée du reſſort le plus parfait, & lancée avec force vers des corps opaques aſſez élaſtiques, elle eſt bientôt obligée de revenir à peu près au même endroit, d'où elle étoit partie.

Le choc qu'il peut y avoir entre la lumière qui part & celle qui revient, ne doit pas plus vous inquiéter, mon cher Chevalier, que les pertes dont je viens de vous parler. Et d'abord la plûpart des particules lumineuſes n'en éprouvent aucun; elles ſont trop ſubtiles, & elles ſe meuvent dans un eſpace trop vuide, pour ne pas aller & revenir avec toute la liberté poſſible. Mais enfin, *ajouterez-vous*, il y en a qui ſe choquent réellement; que deviennent-elles donc après le choc? Elles ſe refléchiſſent ſur elles-mêmes, pour retourner les unes dans l'athmoſphére ſolaire, les autres vers les Planétes ou vers les Etoiles. La perte infiniment petite que peut occaſionner cette réflexion, n'eſt que trop abondamment réparée par les particules hétérogénes qu'emmenent avec eux les globules lumineux, qui, ſans avoir éprouvé aucun choc, reviennent dans l'athmoſphère ſolaire, après avoir éclairé les Planétes & les Cométes. Voilà toutes les difficultés que je vois dans le ſyſtéme mixte que je vous

propoſe ſur la propagation de la lumière. S'il vous en venoit quelqu'autre à l'eſprit, je vous prie de m'en faire part. Je ne ſuis attaché à mes idées, qu'autant que je les crois conformes à la vérité. Je ſuis, &c.

RÉPONSE DU CHEVALIER.

JE ſuis enchanté, Monſieur, de votre Syſtéme Newto-Cartéſien ſur la propagation de la lumière. La ſeule difficulté que j'aurois pu vous propoſer, vous l'avez réſoluë de la manière la plus ſatisfaiſante. Il ne me reſte que quelques queſtions à vous faire, ſur leſquelles je ſerai charmé d'avoir une réponſe préciſe; vous me l'enverrez à votre loiſir.

1°. N'y a-t-il point de Planéte, où la propagation de la lumière ſe faſſe tellement par *percuſſion*, que l'*émiſſion* n'y ait point de part?

2°. Dans les Planétes, où la propagation de la lumiére ne ſe fait que par *percuſſion*, cette propagation n'eſt-elle pas inſtantanée?

3°. N'y a-t'il ſur la Terre aucun corps particulier, dont la lumière ne ſe propage que par *émiſſion* ? Ce qui m'a fait former ce doute, c'eſt que je n'apperçois autour d'un flambeau allumé aucune athmoſphére qui puiſſe occaſionner la *percuſſion* de la lumiére. Perſonne n'eſt plus empreſſé que moi d'embraſſer votre nouveau ſyſtéme. Mais je voudrois auparavant être en état de répondre aux queſtions qu'on peut faire à tout homme, qui voudra, comme vous, réunir les ſentimens qui paroiſſent en apparence les plus oppoſés. En attendant votre réponſe, je ſuis &c.

LETTRE SIXIÉME.

Solution des queſtions propoſées dans le billet précédent.

IL ne me ſera pas difficile, mon cher Chevalier, de répondre à vos queſtions de la manière la plus préciſe. Je ſuis trop flatté de l'approbation que vous don-

nez à mon nouveau ſyſtéme, pour vous faire attendre long-tems la réponſe que vous ſouhaitez. Venons au fait ; nous ſommes convenus de bannir de nos lettres toute eſpèce de compliment.

Vous me demandez 1°. s'il n'y a point de Planéte, où la propagation de la lumière ſe faſſe tellement par *percuſſion*, que l'*émiſſion* n'y ait aucune part. Je n'héſiterai pas à vous répondre que Mercure & Vénus ſe trouvent préciſément dans ce cas ; ces deux Planétes ſont toujours plongées dans l'athmoſphére ſolaire. Nous nous y trouvons nous-mêmes quelquefois, puiſque de tems en tems l'athmoſphère ſolaire a, ſuivant M. de Mairan, un diamétre auſſi grand & peut-être plus grand que celui de l'orbite, que la Terre parcourt chaque année autour du Soleil par ſon mouvement périodique.

Vous voudriez ſçavoir 2°. ſi dans les Planétes, où la propagation de la lumière ne ſe fait que par *percuſſion*, cette propagation eſt inſtantanée, ou ſucceſſive, c'eſt-

à-dire, ſi la vîteſſe que reçoit la premiè-re couche de l'athmoſphére ſolaire ſe communique, ou dans l'inſtant, ou après pluſieurs inſtans, à la couche de la même athmoſphére qui entoure la Planéte, où la ſeule *percuſſion* a lieu. Cette ſeconde réponſe ſera auſſi préciſe que la premiére. De quelque manière que ſe faſſe la propagation de la lumière, *par émiſſion*, ou par *percuſſion*; cette propagation ne peut jamais être inſtantanée. Dans le premier cas la choſe eſt auſſi claire que le jour. Quelque vîteſſe que vous ſuppoſiez à un fluide, il lui faut plus ou moins de tems, pour parcourir un eſpace plus ou moins long. Dans le ſecond cas la choſe ne me paroit pas moins évidente. Quelque contiguës que ſoient les couches de l'athmoſphére ſolaire, elles ne le ſont pas toujours exactement. Quelque polis que ſoient les globules dont ces couches ſont compoſées, ils ne le ſont pas tous également. Quelque élaſtiques que ſoient ces globules, ils ne le ſont pas tous parfaitement, &c. Comment avec tant de

défauts pourroit-on admettre une propagation inſtantanée ? Oui, mon cher Chevalier, dans le tems même que nous nous trouvons dans l'athmoſphére ſolaire, il faut 7 à 8 minutes pour que la vîteſſe, avec laquelle eſt frappée la première couche de cette athmoſphére, ſe communique juſqu'à la couche qui nous environne.

Vous ſoupçonnez 3°. que la propagation de la lumière d'un flambeau allumé ſe fait par *émiſſion*, & vous me demandez ſi votre ſoupçon eſt bien fondé. Je penſe comme vous, & comme vous je n'apperçois aucune athmoſphére autour de ce flambeau, où la *percuſſion* puiſſe avoir lieu. La vîteſſe avec laquelle cette lumière ſe propage, me prouve ſeulement que c'eſt un fluide d'une ſubtilité incompréhenſible, auquel le moindre mouvement peut faire parcourir un très grand eſpace dans le tems même le plus court.

J'eſpère, mon cher Chevalier, que vous ſerez ſatisfait de la manière dont j'ai ré-

pondu à vos queſtions que vous avez crû devoir me propoſer ſur mon Syſtéme *Newto-Cartéſien.* Je vais maintenant travailler tout de bon à accorder Deſcartes avec Newton ſur un point de Phyſique encore plus difficile que celui que je viens de diſcuter ; c'eſt la formation du feu, & la cauſe méchanique des mouvemens de ce fluide. Comme ce n'eſt pas ici l'affaire d'un jour, ne ſoyez pas ſurpris ſi je paſſe quelque tems ſans vous donner de mes nouvelles. Je n'ai encore là-deſſus que des idées vagues qu'il faut analyſer, & que des vûes embarraſſées qu'il faut débrouiller. Lorſque mon accord dont j'eſpére venir à bout, ſera conclu, vous ſerez le premier à en être inſtruit. Je ſuis &c.

LETTRE SEPTIÉME.

Difficultés qui ſe rencontrent dans la démonſtration des cauſes méchaniques des mouvemens du feu. Explication phyſique de la nature de cet élément. Diſtinction du feu en élémentaire & en uſuel. Énumération des propriétés & des effets de l'un & de l'autre.

DÉterminer avec exactitude les cauſes méchaniques du mouvement du feu, voilà, mon cher Chevalier, l'écueil de la Phyſique; voilà du moins, pour ne vous rien exagerer, le probléme le plus difficile que l'on puiſſe propoſer à un Phyſicien, quelque verſé qu'il ſoit dans la ſcience de la nature. Vous en jugerez par le détail ſuivant. Le feu, répandu par tout avec plus ou moins d'abondance, eſt évidemment formé par une matière très déliée, agitée d'un violent mouvement *en tout ſens*; j'en trouve la preuve ſenſible dans

la flamme occupée à consumer quelque corps que ce soit. Le mouvement *en tout sens* du feu est évidemment causé par un nombre innombrable de mouvemens en tourbillon, dont chacun se fait autour d'un centre particulier ; si j'avois le moindre doute là-dessus, je jetterois un coup d'œil sur l'eau boüillante, & mon doute seroit bien-tôt dissipé. Le mouvement de tourbillon que l'on est obligé de reconnoitre dans le feu, ne peut pas être l'effet d'un mouvement général, tel que Descartes l'admettoit dans la matière de son premier élément ; je crois vous avoir démontré que ce n'est là qu'un roman ingénieux, proposé par l'Auteur qui étoit le plus en état d'en imposer à son lecteur. Comment donc expliquer d'une manière physique un mouvement *en tout sens*, c'est-à-dire, un mouvement qui paroit diamétralement opposé à toutes les loix de la Méchanique ? Comment reconnoitre un mouvement de tourbillon dans une matière répandue partout, & ne pas admettre dans la nature

ce mouvement général dont Deſcartes a fait le fondement de ſon ſyſtéme de Phyſique ? Par quelles loix en un mot expliquer les petits tourbillons dont la matière ignée paroit être compoſée, ſi les grands tourbillons Cartéſiens qui paroiſſent en être comme l'ame, ſont contraires aux loix de la Méchanique ? La choſe eſt en effet difficile, mon cher Chevalier, mais elle n'eſt pas impoſſible ; & ce ſont les loix de Newton qui m'ont fait ſortir de ce labyrinthe. Voici donc comment je forme mes tourbillons ignées.

Rappellez-vous, je vous en prie, par quel méchaniſme la Lune tourbillonne autour de la Terre. C'eſt, *diſons-nous dans la vie littéraire de Newton.* (1), en vertu de deux mouvemens, l'un centripéte cauſé par l'attraction que la Terre exerce ſur la Lune, l'autre de projection immédiatement imprimé par la Cauſe première. Nous ne nous en ſommes pas tenus à ces généralités vagues qui n'apprennent rien,

(1) Tome II. de cet Ouvrage, pag. 128 & ſuiv.

ou presque rien. Nous avons déterminé avec la dernière exactitude, combien de pieds dans un tems donné chacune de ces forces seroit capable de faire parcourir à la Lune, si cet Astre n'étoit soumis qu'à l'une des deux. Voilà ce qui se passe en grand & d'une manière visible dans le Ciel, & voici ce qui se passe en petit & d'une manière invisible sur la Terre.

Imaginez-vous un globule infiniment petit *du premier ordre*, autour duquel se trouvent des globules infiniment petits *du second ordre*; chacun de ceux-ci sera sensiblement attiré par celui-là, puisque les infiniment petits du *premier ordre* sont infiniment plus grands, que les infiniment petits du *second ordre*. Imaginez-vous ensuite que la Cause première a imprimé à chacun des globules, placés à la circonférence, une force de projection proportionnelle à leur force centripéte; ces globules animés en même tems par ces deux forces seront obligés de tourbillonner autour du globule infiniment petit du *premier*

ordre. Mettez enſemble pluſieurs de ces tourbillons ; vous aurez un fluide agité *en tout ſens*, des mouvemens duquel il vous ſera facile de rendre raiſon d'une manière très méchanique. Voulez-vous, mon cher Chevalier, des tourbillons ignées encore plus petits que ceux dont je viens de vous faire la deſcription ? Placez au centre tantôt un globule infiniment petit du *ſecond ordre* entouré de globules infiniment petits du *troiſième ordre*, tantôt un globule infiniment petit du *troiſième ordre* entouré de globules infiniment petits du *quatrième ordre* &c ; vous aurez le feu le plus ſubtil que vous puiſſiez imaginer. Voilà en deux mots quelle je crois être la nature du feu, & voilà ce que j'appelle accorder Deſcartes avec Newton ; l'un m'a fourni l'idée, & l'autre les loix des tourbillons ignées. Ce qui me fait ſoupçonner que je ne me ſuis pas écarté de la vérité, c'eſt la facilité avec laquelle je répons à toutes les queſtions que l'on peut me faire ſur le feu. Entrons ici dans quelque détail ; je me flatte qu'il ſera intéreſſant.

1°. Veut-on ſçavoir la différence qu'il y a entre le feu élémentaire, & le feu mixte, ou uſuel ? Je ferai remarquer que ſi les tourbillons dont je viens de parler, demeurent tels qu'ils ont été formés par la Cauſe première, ils compoſent le feu que nous appellons *élémentaire*. J'ajouterai qu'ils compoſent le feu *uſuel*, lorſque, pour ſe rendre viſibles, ils s'enveloppent de parties inflammables, telles que ſont les parties huileuſes, ſulphureuſes, bitumineuſes &c.

2°. Demande-t-on quelle eſt la véritable cauſe de la chaleur que nous reſſentons ? Je répondrai que l'on n'en connoit point d'autre que le feu. Ce fluide ſeul me paroit capable de communiquer à notre ſang, & à nos humeurs ce mouvement *en tout ſens* qui fait la chaleur. Entre-t-il en grande quantité dans un corps liquide ? Il cauſe des effervescences & des bouillonnemens. Il occaſionnera l'inflammation, s'il vient à diviſer les parties d'un corps qui contienne dans ſon ſein pluſieurs tourbillons ignées dans une eſpèce de contrain-

te & de captivité. Quel ravage en effet ne doit-il pas cauſer, lorſque les tourbillons qu'il a délivrés, ſe joignent à-lui pour agir contre le corps dont l'intérieur ne leur a que trop long-tems ſervi de priſon !

3°. Cherche-t-on la cauſe de la fluidité ? On la trouvera dans mes tourbillons ignées, qui communiquent aux parties inſenſibles de certains corps le mouvement *en tout ſens*, dont ils ſont agités. Voulez-vous en effet oter à l'eau ſa fluidité ? faites-en ſortir une partie du feu qu'elle renferme dans ſon ſein, & vous la verrez métamorphoſée en un corps très dur & très-ſolide ; introduiſez dans la glace une certaine quantité de feu, vous verrez reprendre aux parties dont elle eſt compoſée, une fluidité qui leur eſt comme naturelle. Ce n'eſt pas ſeulement la glace, ce ſont les métaux les plus durs qui ſe changent en corps fluides, lorſqu'on les ſoumet à l'action du feu. Auſſi cet élément eſt-il regardé par les Phyſiciens, comme le diſſolvant le plus général qu'il y ait dans la nature.

4°. Le feu n'eſt pas moins la cauſe phyſique des fermentations, que de la fluidité. En effet les acides, entrant dans leurs alkalis les briſeroient-ils en des millions de piéces, s'ils n'étoient pouſſés par une matière inviſible, agitée d'un violent mouvement *en tout ſens* ? Auſſi toutes les fermentations ſont-elles accompagnées d'une chaleur réelle ; la plupart, d'une chaleur très ſenſible ; & quelques-unes d'un boüillonnement ſuivi bientôt après de l'inflammation.

5°. Si l'on eſt ſurpris que des corps qui contiennent dans leur ſein une grande quantité de tourbillons ignées, comme les pierres à fuſil, le ſoufre, le bitume, le bois &c. ; ſi l'on eſt ſurpris, dis-je, que ces corps n'ayent pas une chaleur ſenſible ; je ferai remarquer que les tourbillons ignées y étant comme empriſonnés, ne peuvent pas avoir ce mouvement violent qui cauſe une chaleur plus grande que celle de notre ſang.

6°. Si l'on examine ce qui ſe paſſe, lorſque l'on frotte la main droite contre la

main gauche, l'on verra qu'il doit naître de ce frottement une chaleur très-ſenſible : pourquoi ? Parce que les tourbillons ignées que l'on doit regarder, comme l'unique cauſe de la chaleur naturelle, reçoivent par ce frottement une augmentation de mouvement. L'on pourroit encore dire que le frottement dégage certains tourbillons qui ſe trouvoient entre l'épiderme & la peau, comme dans une eſpèce de priſon. J'expliquerai à peu près de la même manière, pourquoi la plûpart des corps acquierent une chaleur très-ſenſible, lorſqu'on les frotte avec rapidité les uns contre les autres ; pourquoi en particulier le frottement occaſionné par un violent mouvement de rotation, peut cauſer l'inflammation. Mais il me ſuffit de vous avoir indiqué le Principe qui doit ſervir de baſe à l'explication d'une foule de phénoménes, que bien des Phyſiciens ont regardés juſqu'à préſent, comme inexplicables. Si vous l'adoptez une fois, je ne ſuis pas en peine, mon cher Chevalier, de la manière dont vous l'appliquerez à

tous les effets de la chaleur ; vous paroiſſez être fait pour expliquer les choſes d'une manière nette, préciſe & intéreſſante.

7°. Le feu n'a pas ſeulement la propriété d'échauffer, il a encore celle d'éclairer ; ſon mouvement en tourbillon n'eſt pas abſolument oppoſé au mouvement droit que nous avons reconnu dans la lumière. Nous voyons tous les jours la même boule ſe mouvoir en même-tems & d'un mouvement de rotation ſur ſon centre, & d'un mouvement direct en ligne droite ; pourquoi le globule central d'un tourbillon ignée ne pourroit-il pas venir à nos yeux en ligne droite, tandis que les globules placés à la circonférence tourbillonneront autour de lui ?

8°. La raréfaction des corps eſt peut-être l'effet le plus général des tourbillons ignées. Je n'en ſuis pas ſurpris ; peut-il ſe faire qu'une matière agitée d'un mouvement auſſi violent, ſe trouve en grande quantité dans un corps, ſans en élargir les pores, & ſans faire les plus grands efforts pour écarter les couches dont il eſt compoſé ?

Auſſi le Pyrométre allonge-t-il très-ſenſiblement le métal le plus dur & le plus compacte.

9°. Enfin le feu eſt préſent par tout. Les Phyſiciens en ont apporté dans tous les tems les preuves les plus ſenſibles. Je vous les répéterois ici, mon cher Chevalier, ſi la Machine électrique ne nous faiſoit pas toucher au doigt cette vérité. Cette Machine préſente des effets aſſez ſurprenans & aſſez variés, pour en faire le ſujet d'une lettre particulière; ce ſera, ſi vous le jugez à propos, celui de la lettre ſuivante. Je ſuis, &c.

LETTRE HUITIÉME.

Conjectures de Newton & de Deſcartes ſur les cauſes Phyſiques des phénoménes électriques. Examen de ces deux ſentimens. Conjectures nouvelles ſur la même matière. Principe d'Hydroſtatique ſur lequel elles ſont fondées. Application de ce Principe à quelques phénoménes électriques.

LEs conjectures de Newton ſur l'Électricité ne ſont pas recevables, mon cher Chevalier. Ce Phyſicien, l'ennemi juré des cauſes ſecondes, faiſoit dépendre les phénoménes électriques que l'on connoiſſoit de ſon tems, de certaines loix générales d'attraction & de répulſion que vous n'avez jamais été tenté d'admettre dans la Nature. (1). Deſcartes a parlé ſur cette matière d'une manière bien plus raiſonnable. Le premier, il a admis un feu électrique que le frottement oblige à ſortir du verre,

(1) Tome II. de cet Ouvrage, pag. 103 & ſuiv.

& que la réſiſtance de l'air y fait rentrer (1). Il n'eſt qu'un Génie créateur qui ait pu parler ainſi dans un tems, où l'on ne voyoit dans les corps électriques, que la vertu qu'ils ont d'attirer & de repouſſer les pailles, les petites plumes, en un mot, toute ſorte de corps légers. Son ſyſtéme ſera toujours vrai pour le fonds; développons-le pour le rendre plus ſenſible. Du ſein d'un globe de verre, agité d'un violent mouvement de rotation, & frotté par une main très-ſéche, il ſort differens courans ignées dont les uns enfilent le tube de fer blanc ſuſpendu ſur des cordons de ſoye, & les autres ſe répandent dans l'air qui entoure la Machine. Les premiers rendent *parfaitement* électrique le tube de fer blanc, & lui communiquent une athmoſphére très-denſe; les ſeconds rendent *à demi-électriques* tous les corps qui entourent la Machine, & ils leur communiquent une athmoſphére très-rare, pourvû qu'ils ſoient électriſables *par communication*. Cette conjecture eſt fondée ſur

(1) Tome I. de cet Ouvrage, pag. 261 & ſuiv.

une expérience bien ſenſible. Mettez un gatteau de réſine ſous les pieds du Frotteur ; il s'électriſera, mais beaucoup moins que le tube de fer-blanc ; & non-ſeulement vous tirerez de ſon corps de petites bluettes, mais lui-même il en tirera d'aſſez ſenſibles du tube : ce que ne pourra jamais faire un homme que l'on placera ſur le gatteau à la manière ordinaire, en lui faiſant tenir à la main un fil de fer, ou une corde de chanvre, dont l'une de ſes extrémités ſera attachée au tube. Je crois, mon cher Chevalier, que, par le moyen de ces différens courans ignées que le frottement de rotation fait ſortir du globe, & que la réſiſtance de l'air y fait rentrer, vous expliquerez d'une manière aſſez méchanique, tous les phénoménes électriques que nous connoiſſons aujourd'hui. Leur explication détaillée ne peut entrer que dans un Cours de Philoſophie donné dans toutes les formes, & non pas dans un plan de Phyſique, tel que je prétens vous le tracer dans ce troiſième volume. Il eſt cependant un phéno-

UNIV OF MICH.

méne dont je veux vous rendre raiſon dans cette lettre. Des yeux ordinaires le regardent comme mépriſable ; des yeux phyſiciens y découvrent le germe de tous les miracles électriques, dont nous ſommes témoins depuis quelques années: c'eſt la bluette que tire du tube tout homme qui en approche le doigt, ou quelque corps électriſable *par communication*, pourvû qu'il ne ſoit pas placé ſur le gâteau de réſine, à la manière ordinaire. Voici quelles ſont là-deſſus mes conjectures. Elles ſont fondées ſur une loi d'hydroſtatique que l'on peut exprimer en ces termes : *deux fluides homogénes, qui communiquent enſemble, tendent à ſe mettre en équilibre.* Venons au fait.

Que fais-je, mon cher Chevalier, lorſque j'approche mon doigt du tube électriſé ? J'approche une athmoſphére électrique très-rare d'une athmoſphére électrique très-denſe ; je les fais communiquer enſemble ; & j'oblige l'athmoſphére denſe de donner avec impétuoſité de ſa matière à l'athmoſphére rare.

Dans

Dans ce mélange il y a choc de particules inflammables ; eſt il ſurprenant qu'il y ait inflammation ? Si l'air étoit auſſi inflammable, que le ſont les athmoſphéres dont nous parlons, je ſuis perſuadé que nous aurions des bluettes très-ſenſibles, lorſque l'air extérieur eſt obligé de donner de ſa matière à l'air d'une chambre, dans laquelle on a allumé un feu conſidérable.

La première conſéquence que je tire de ce phénoméne, c'eſt que l'homme placé ſur le gâteau à la manière ordinaire, ne doit tirer aucune bluette du tube électrique ; le doigt qu'il en approche, eſt auſſi électrique que le tube ; le mélange qui ſe fait des deux athmoſphéres, eſt donc un mélange paiſible. Il n'en eſt pas ainſi du frotteur ; lors même qu'il eſt placé ſur le gâteau, il eſt beaucoup moins électrique que le tube.

La ſeconde conſéquence n'eſt pas moins directe, que la première. L'homme placé ſur le gâteau à la manière ordinaire, tire des bluettes de ceux qui ſont ſur le pa-

vé, & ceux-ci à leur tour en tirent de celui-là. J'apperçois ici deux athmoſphéres électriques dont l'une eſt denſe, & l'autre rare.

Enfin la troiſième conſéquence que je tirerai, car je pourrois en tirer des milliers, c'eſt que l'eſprit de vin que l'on préſente à l'homme placé ſur le gâteau, pour qu'il l'enflamme, en en approchant le doigt, eſt un corps très-inflammable, entouré d'une athmoſphére électrique aſſez rare.

Je pourrois, mon cher Chevalier, par le moyen de mes différens courans ignées, expliquer d'une manière auſſi méchanique tous les autres phénoménes que vous connoiſſez. Mais je vous le répéte; je prétens vous envoyer un plan, & non pas un Traité de Phyſique. Appellez, ſi vous le voulez, avec le chef des Phyſiciens électriſans (1), *matière effluente* les courans ignées qui ſortent du ſein du globe frotté, & *matière affluente* les courans ignées qui reviennent au globe pour réparer les

(1) M. l'abbé Nollet.

pertes qu'il a ſouffertes ; je ne m'en mettrai pas en peine ; bien fou qui diſpute ſur des mots. Je ſuis &c.

LETTRE NEUVIÉME.

Sentimens de Deſcartes & de Newton ſur la Cauſe phyſique du Reſſort des corps. Examen & réfutation de ces deux ſyſtêmes. Conjectures nouvelles ſur cette matière. Queſtions diverſes ſur le Reſſort. Réponſes à ces queſtions.

J'Ai bien peur, mon cher Chevalier, que les penſées de Deſcartes & de Newton ſur la cauſe du reſſort, ne ſoient inutiles. Celui-ci s'imagine l'avoir trouvée dans des loix générales de répulſion dont l'exiſtence n'eſt rien moins que conſtatée (1); celui-là a recours à une matière imaginaire qu'il regarde comme l'ame de l'Univers, & qu'il nous repréſente, comme faiſant tous ſes efforts pour rouvrir des pores qu'elle ne

(1) Vie littéraire de Newton, liv. I. pag. 109.

trouve pas assez ouverts à sa fantaisie (1). Tout ceci sent bien le roman. Il me paroit qu'on peut expliquer cette qualité des corps d'une manière bien plus simple. Je vais à mon tour faire quelques conjectures. Si vous vous en mocquez ; je n'en serai pas faché ; peut-être ne ferez-vous que suivre mon exemple : s'il étoit permis de donner un plan de Physique générale, sans dire deux mots de la cause du ressort ; je me serois dispensé bien volontiers de vous envoyer une lettre qui ne vaudra probablement rien, & qui cependant m'aura coûté beaucoup de peine. J'entre en matière, en vous promettant de ne pas vous ennuyer long-tems sur un point de Physique aussi obscur que celui-ci.

Et d'abord, mon cher Chevalier, si vous me demandez quelle est la cause immédiate du ressort de la plûpart des corps que nous avons sous les yeux ; je vous répondrai que c'est l'air qui se trouve renfermé dans leur sein. En comprimant ces

(1) Vie littéraire de Descartes : liv. III. p. 241.

corps, je comprime néceſſairement une partie de l'air qu'ils contiennent. Cet air comprimé ſe remet, ou du moins fait un effort très ſenſible pour ſe remettre dans ſon premier état; eſt-il étonnant que les corps dont il eſt comme l'ame, ſuivent tous les mouvemens de ce fluide intérieur?

Ici ſe préſentent une foule de queſtions que vous ne manqueriez pas de me faire, ſi je n'avois ſoin de les prévenir. Vous me demanderiez d'abord pourquoi tous les corps ne ſont pas élaſtiques, puiſqu'ils contiennent tous évidemment plus ou moins d'air dans leur ſein. Pour toute réponſe à cette première queſtion, je vous prierois de me permettre de révoquer en doute qu'il y ait ſur la Terre des corps dénués de toute eſpèce de reſſort. Il y en a de plus & de moins élaſtiques, j'en conviens; mais qu'il y en ait qui ſoient dépourvus de toute élaſticité, voilà ce que je n'avoûerai jamais qu'à bonnes enſeignes.

L'on peut me demander en ſecond lieu pourquoi tel & tel corps eſt plus élaſti-

que, que tel & tel autre. La réponſe ſe préſente d'elle-même. Tous les corps terreſtres ne contiennent pas une égale quantité d'air ; pourquoi voulez-vous qu'ils ſoient également élaſtiques ? D'ailleurs toute cauſe ſuppoſe des conditions. La cauſe du reſſort en demande eſſentiellement trois ; une certaine flexibilité dans le corps qui doit, par la compreſſion, perdre ſon ancienne figure ; une certaine roideur dans le corps qui doit, après la compreſſion, ſe remettre dans ſon ancien état ; des pores tellement configurés, qu'ils puiſſent introduire dans leur ſein l'air ſubtil, ou l'air groſſier ; peu importe lequel des deux y entre ; je les regarde l'un & l'autre comme très-élaſtiques.

Mais d'où vient cette grande élaſticité de l'air ? C'eſt-là la queſtion que l'on ne manquera pas de me propoſer comme inſoluble. Quand même je répondrois que je ne la connois pas, je n'en aurois pas moins apporté la cauſe immédiate & méchanique du reſſort de la plûpart des

corps ſenſibles. Peut-être ignorera-t-on juſqu'à la fin du monde la Cauſe phyſique de la gravité de l'air ; pour cela en regardera-t-on moins l'air grave, comme la cauſe de l'aſcenſion du mercure dans le barométre, de l'élévation de l'eau dans les pompes aſpirantes &c.

Mais nous n'en ſommes pas réduits là, lorſqu'il s'agit du reſſort de l'air. Nous avons droit de conjecturer que ce fluide contient encore plus de petits tourbillons, que nos corps terreſtres ne contiennent de molécules d'air. Comprimez l'air ; vous comprimerez un très-grand nombre de petits tourbillons, leſquels ſe remettant après la compreſſion dans leur premier état, y remettront le fluide dans les pores duquel ils ſe ſont logés. Il en eſt de même de la lumière. Si ce fluide eſt infiniment plus ſubtil, que celui que nous reſpirons, il ſera rendu élaſtique par des tourbillons infiniment plus petits, que ceux qui produiſent le reſſort de l'air. N'avons-nous pas admis dans la lettre ſixième autant

d'eſpèces de tourbillons, qu'il y a de différens ordres d'infiniment petits ?

L'on pourroit enfin demander quelle eſt la cauſe de l'élaſticité des tourbillons dont nous venons de parler. je ne crois pas que l'on puiſſe en aſſigner d'autre, que la force centrifuge de chacun des globules, que nous avons placés à la circonférence ; elle me paroit aſſez phyſique, pour que, dans une matière auſſi obſcure que celle-ci, tout homme raiſonnable doive s'en contenter. En tout cas quiconque ne ſera pas content de mes conjectures ſur la cauſe du reſſort, peut ſe mettre l'eſprit à la torture pour en chercher d'autre. s'il en trouve de plus raiſonnables que les miennes, je lui promets d'être un des premiers à les adopter. Je ſuis &c.

LETTRE DIXIÉME.

Nature de la dureté des corps. Cauſes phyſiques de cet effet. Conditions néceſſaires pour que ces cauſes agiſſent.

VOici, mon cher Chevalier, l'idée que je me forme d'un corps dur. C'eſt un corps, dont les parties très propres à s'accrocher les unes avec les autres, ou à s'appliquer les unes contre les autres, ſont dans un repos reſpectif, occaſionné par l'attraction mutuelle qu'elles exercent les unes ſur les autres, & par la preſſion plus ou moins grande d'un fluide environnant. Développons ces penſées qui renferment l'heureuſe alliance du Cartéſianiſme avec le Newtonianiſme.

1°. Newton qui n'admettoit qu'une ſeule cauſe de la dureté des corps, la faiſoit dépendre d'une attraction qu'il faiſoit agir au moins en raiſon inverſe des cubes

des distances : il avoit tort (1.). Mais enfin il regne dans la nature une attraction en raison inverse des quarrés des distances. Pourquoi des corpuscules infiniment près les uns des autres, ne la ressentiroient-ils pas ? & s'ils la ressentent, pourquoi ne produiroit-elle pas un commencement de dureté, sur-tout dans ces globes immenses dont les molécules gravitent vers un centre commun ? Vous me direz sans doute que cette attraction ne peut pas produire une grande dureté ; j'en conviens ; aussi lui donné-je pour compagne la pression extérieure d'un fluide environnant. Ne sçavons-nous pas combien il est difficile de séparer deux hémisphéres concaves de métal, ou deux plaques de marbre que l'on soumet à l'action de l'air que nous respirons ? Pourquoi l'action d'un fluide quelconque environnant ne produiroit-elle pas un effet analogue à celui-là ? & s'il le produit, pourquoi n'entreroit-elle pas, comme cause partielle, dans le grand

(1) Vie littéraire de Newton. liv. I. lettre 12e.

phénomène de la dureté ? Peut-être eſt-ce pour cela que le Créateur a donné une athmoſphére, non-ſeulement à la Terre, mais encore à tous les corps céleſtes qui roulent ſur nos Têtes.

2°. Dans le nouveau ſyſtéme que je propoſe, les parties élémentaires des corps ſeront d'une dureté incompréhenſible. Infiniment petites, elles ne pourront être diviſées par aucun Agent créé. Or je vous le demande, mon cher Chevalier ; qu'eſt-ce qu'un corps preſque infiniment dur ? N'eſt-ce pas celui dont le Créateur lui ſeul peut ſéparer les parties ?

3°. Ce n'eſt pas ſans raiſon que j'exige une configuration particulière dans les parties dont ſont compoſés les corps durs. L'Attraction dont je parle, n'eſt ſenſible, qu'à une diſtance inſenſible, ou pour mieux dire, infiniment petite, ſur-tout dans les corps que nous voyons placés ſur la ſurface de la Terre. Le fluide environnant ne peut preſſer que des parties propres à s'appliquer facilement. Eſſayez de preſſer les

uns contre les autres des corpuscules ronds ou à peu près ronds ; vous verrez si vous en viendrez à bout, avant que de leur avoir fait changer de figure. Aussi les Physiciens regardent-ils, comme à peu-près ronds, la plûpart des molécules dont les corps fluides sont composés, & comme plattes, ou propres à s'accrocher, celles qui composent les corps durs. Par-là nous devons avoir non-seulement des corps durs & non durs, mais encore des corps plus durs les uns que les autres. Je suis &c.

LETTRE ONZIÉME.

Cause de la gravité des corps. Explication des phénomènes que nous présente la gravité des corps sublunaires. Objection contre le système de l'Attraction. Réponse à cette objection.

JE crois vous avoir démontré, mon cher Chevalier, dans les deux volumes précédents que la gravité des corps ne

dépend d'aucune cauſe ſeconde, immédiate & méchanique. Elle dépendra donc de la Cauſe première, ou pour mieux dire, des loix générales que la Cauſe première a établies au commencement du monde; car tout effet doit avoir une cauſe, & l'on ne fera jamais un procès à un Phyſicien qui n'a recours à la Cauſe première, que lorſqu'il ſe trouve dans l'impoſſibilité de recourir aux cauſes ſecondes. C'eſt-là le cas, où nous nous trouvons, lorſque nous aſſurons que les corps ne ſont graves, que parce qu'ils ſont ſoumis aux loix de l'attraction en raiſon directe des maſſes, & en raiſon inverſe des quarrés des diſtances. Dans ce ſyſtéme tous les corps ſublunaires abandonnés à eux-mêmes, tomberont ſur la ſurface du globe que nous habitons; parce que ce globe incomparablement plus gros qu'eux, les attirera incomparablement plus, qu'il n'en ſera attiré. Ils tendront vers le centre de la Terre; parce qu'étant attirés par chacune de ſes parties, & ne pouvant pas obéir à

chacune des attractions particulières, ils graviteront vers un point commun à toutes les parties dont ce globe eſt compoſé, c'eſt-à-dire, ils graviteront vers le centre. Ce ſera donc par une ligne perpendiculaire à la ſurface de la Terre qu'ils tomberont, puiſque leur ligne de direction ne ſçauroit être continuée, ſans paſſer par le centre de notre globe. Enfin leur gravité ſera 4 fois plus forte à 1 rayon, qu'à 2 rayons du centre, parce que l'attraction ſuit préciſément la raiſon inverſe des quarrés des diſtances.

Je comprens, mon cher Chevalier, que je vous parle d'une manière bien laconique ſur un point de phyſique qui demande les plus grands éclairciſſemens. Mais je vous les ai donnés ces éclairciſſemens dans les deux volumes précédens, ſur-tout dans le livre troiſième de la vie littéraire de Deſcartes, & dans le livre ſecond de la vie littéraire de Newton. Je n'ai jamais prétendu qu'un homme lut la troiſième partie de ce Traité de paix, avant que

d'en avoir lu les deux premières. Il y a cependant une difficulté dont je veux vous donner la ſolution à la fin de cette lettre ; je crois que c'eſt la ſeule raiſonnable que l'on puiſſe faire contre la manière dont Newton explique la deſcente des corps graves.

De l'aveu des Newtoniens & de Newton lui-même, *me dira-t-on*, Galilée a très-bien parlé de la gravité des corps ſublunaires, quoiqu'il la regarde comme une Force uniforme ; comment Newton peut-il en avoir bien parlé, lui qui la regarde comme une Force variable en raiſon inverſe des quarrés des diſtances au centre de la Terre ? Voilà une très-bonne objection ; & voici une réponſe encore meilleure.

Galilée regarde la gravité des corps ſublunaires comme une Force uniforme ; mais dans quel cas ? Dans celui où il ſuppoſe que les corps ne tombent que des environs de la Terre, c'eſt-à-dire, dans celui où il ſuppoſe que le corps qui tombe, ſe trouve, pendant tout le tems de ſa

chute, à peu près à égale distance du centre de la Terre. Il a droit ; Newton ne pensa jamais autrement, puisqu'il ne fait varier qu'avec leur distance au centre la gravité de ces mêmes corps sublunaires. Aussi Galilée a-t-il raison de regarder en certains cas la gravité comme une force uniforme ; & Newton n'a pas tort de regarder en certaines autres la gravité comme une force variable. Il me paroit que cette réponse est excellente ; ce sera par-là que je finirai ma Physique générale. J'attens une de vos lettres, avant que de passer à la Physique céleste. Vous sçavez que vous êtes chargé de m'entretenir des points que je pourrois avoir omis. Je n'oublie pas que vous m'avez rendu ce service pour la Logique ; j'espére que vous me le rendrez pour la Physique générale. Je suis &c.

RÉPONSE

Aux dix Lettres précédentes.

VOus avez eu raiſon de m'avertir, au commencement de cette troiſième Partie, Monſieur, qu'on pourroit appeller votre Phyſique générale une Phyſique Newto-Cartéſienne. Je ne ſçais lequel des deux vous a fourni plus de Principes de Deſcartes ou de Newton; & je vous avoue que je n'aurois jamais cru que l'on pût faire un *Tout* auſſi bien aſſorti des Penſées de deux Philoſophes qu'on avoit regardés juſqu'à préſent comme diamétralement oppoſés entr'eux. Il a été même un tems où j'ai regardé votre entrepriſe comme impoſſible. Mais je vois que j'ai eu tort; & s'il ne faut jamais juger d'un livre, avant que de l'avoir lû; il faut encore moins juger d'un Ouvrage, avant qu'il ait vû le jour. Oüi, Monſieur, je vous le répéte avec complaiſance, votre Phyſique eſt une

Phyſique Newto-Cartéſienne. Les Régles du mouvement ſur leſquelles vous l'avez bâtie, appartiennent autant à Deſcartes, qu'à Newton ; votre *Plein ſenſible* eſt auſſi éloigné du vuide Newtonien, que du Plein Cartéſien : & ſi Deſcartes à un peu plus de part que Newton à l'explication phyſique de la dureté & du reſſort des corps; ce dernier ſe trouve maître du champ de bataille, lorſqu'il s'agit d'expliquer le grand phénoméne de la Gravité. Mais ce qui m'a charmé dans votre Phyſique générale, c'eſt ce que vous y dites ſur la lumière & le feu. Non, je n'aurois jamais crû que l'attraction pût ſervir à former des tourbillons, & que l'on put avoir la lumière en même tems par *émiſſion* & par *percuſſion*. Le fait eſt vrai cependant ; & je défie qui que ce ſoit de lire votre cinquième & votre ſeptième lettre, ſans être obligé de convenir que votre ſiſtéme eſt au moins très raiſonnable. J'aurois voulu que vous euſſiez tâché de concilier nos deux Phyſiciens ſur les cauſes de la réfraction de la

lumière ; la choſe ne me paroit pas impoſſible ; permettez-moi de faire cette tentative.

Newton attribue ce phénoméne à l'attraction mutuelle, comme nous l'avons dit dans ſa vie littéraire (1) ; les Cartéſiens fondés ſur un texte aſſez obſcur de Deſcartes (2), ont recours à la différence des pores que la lumière eſt obligée de traverſer, lorſqu'elle paſſe d'un milieu dans un autre. Si la lumière, *diſent-ils*, ſe réfracte en s'approchant de la perpendiculaire, lorſqu'elle ſe rend obliquement de l'air dans l'eau, c'eſt qu'elle trouve dans ce dernier fluide des pores beaucoup plus droits, que dans le premier. Cela ſuppoſé ; ne pourroit-on pas accorder à Newton que l'attraction eſt la cauſe phyſique de la réfraction de la lumière, mais auſſi ne pourroit-on pas ajouter que les pores des différens milieux, ſont des conditions ſans leſquelles la réfraction ne ſe feroit pas

(1) pag. 299.

(2) Vie littéraire de Deſcartes pag. 361

toujours ſuivant le réſultat que donnent les loix de la gravitation ? Éclairciſſons ceci par un exemple. Vous me demandez, Monſieur, pourquoi la lumière ſe réfracte en s'approchant de la ligne perpendiculaire, lorſqu'elle paſſe obliquement de l'air dans l'eau ; je n'héſite pas à vous répondre que l'eau attirant beaucoup plus la lumière, que ne le faiſoit l'air, lui communique un nouveau mouvement perpendiculaire ; mais je doute que cette réfraction fut auſſi conſidérable qu'elle l'eſt, ſi l'eau n'avoit pas des pores plus droits que l'air. Dans ce ſyſtéme, Newton auroit trouvé la cauſe de la réfraction de la lumière ; & Deſcartes qui nous en a donné les loix (1), nous auroit aſſigné les conditions néceſſaires pour que cette réfraction ſe fit ſuivant les régles. Voilà, Monſieur, tout ce que je voudrois ajouter à votre Phyſique générale. Je compte que la premiére lettre que je recevrai de vous, ſera ſur la Phyſique céleſte. Je l'attens avec tout l'empreſſement poſſible. Je ſuis &c.

(1) Tom. I. de cet Ouvrage. Pag. ...

LIVRE TROISIÉME.

LETTRE PREMIÉRE.

Queſtions préambules à la Phyſique céleſte. Néceſſité des loix de Kepler. Hypothèſe de Copernic prouvée par la ſeconde de ces loix. Mouvement des corps céleſtes. Leur Maſſe. Leur denſité. Cauſe des irrégularités dans les mouvemens de la Lune. Préceſſion des équinoxes. Éclipſes de Lune & de Soleil. Toutes ces queſtions ne ſont qu'indiquées dans cette lettre ; pourquoi ?

SÇavoir la Sphére, & connoître non-ſeulement les Planétes, mais encore la plûpart des Etoiles qui ſont viſibles ſur notre Horizon ; ce ſont-là plutôt, mon cher Chevalier, des notions préambules à la Phyſique céleſte, que la Phyſique céleſte elle-même. Le premier pas qu'il faut faire dans l'étude de cette ſcience, c'eſt d'en con-

noître les loix fondamentales, je veux dire, les deux fameuſes loix de Képler, dont Newton nous a donné la démonſtration la plus exacte. Vous comprenez que je ne vous en parlerai pas ici. La lettre que vous m'envoyâtes ſur cette matière, & que j'ai cru devoir mettre à la tête du livre ſecond de la vie littéraire de Newton (1), ne laiſſe rien a déſirer ſur un point de Phyſique auſſi important. Vous ferez enſuite un ſecond pas; ce ſera de tirer de la ſeconde loi de Képler la néceſſité ou nous ſommes d'adopter l'arrangement de Copernic, je veux dire, de placer le Soleil au centre du monde, & la Terre entre Vénus & Mars dans une orbite qu'elle parcoure dans l'eſpace d'une année d'Occident en Orient (2). Sans cela, mon cher Chevalier; vous ſeriez obligé d'avouer que le Soleil ſeroit, tout au plus, éloigné de nous de cinq cent mille lieües. En voici la preuve la plus palpable.

Si, imitateur de Prolomée, ou de Ty-

(1) Tome II., pag. 114.

(2) Tome I. de cet Ouvrage, pag. 237.

cho-Brahé, vous vous aviſiez de placer la Terre au centre du monde ; à quoi vous engageriez-vous par-là ? A convenir que la Lune & le Soleil ſont deux Aſtres qui tournent autour du globe que nous habitons, l'un en 1, & l'autre en 12 mois ; donc, *par la ſeconde loi Képler*, leurs diſtances au centre de ce globe ſeroient entre elles, comme les racines cubiques des quarrés de leurs tems périodiques ; donc vous ſeriez obligé d'adopter la proportion ſuivante ; la diſtance de la Lune au centre de la Terre : à la diſtance du Soleil au même centre : : la racine cubique du nombre 1 = 1 : à la racine cubique de 144 = 5 & un peu plus ; donc vous ſeriez obligé d'avouer que le Soleil n'eſt que 5 fois plus éloigné de nous, que la Lune. Mais la Lune n'eſt jamais éloignée de nous de cent mille lieües, puiſqu'elle a environ un degré de parallaxe ; donc vous ſeriez obligé d'avouer que le Soleil eſt, tout au plus, éloigné de la Terre de cinq cent mille lieües. Je ne vous conſeillerois pas de tenir un pareil langage à un

Aſtronome ; il vous démontreroit que cet Aſtre ayant 10 ſecondes de parallaxe, doit ſe trouver à plus de trente millions de lieües de la Terre. Vous en voyez la raiſon. Plus un Aſtre eſt éloigné de la Terre, moins il a de parallaxe ; donc autant que la Parallaxe du Soleil eſt inférieure à la parallaxe de la Lune, autant la diſtance de la Lune à la Terre eſt inférieure à la diſtance du Soleil au même globe ; donc 10 ſecondes : 3600 ſecondes :: 90000 lieües, diſtance de la Lune : 32, 400, 000 lieües, diſtance du Soleil ; donc le Soleil ſe trouve toujours à plus de trente millions de lieües de la Terre ; donc il ne tourne pas avec la Lune autour de la Terre ; donc les ſyſtémes de Ptolomée & de Tycho-brahé ſont des ſyſtémes qu'un Phyſicien qui ſçait les premiers Élémens de l'Aſtronomie, ne ſe réſoudra jamais à embraſſer.

A ces deux points d'Aſtronomie phyſique en ſuccéde un troiſiéme encore plus important que les deux premiers ; il conſiſte à expliquer le mouvement périodique

des

des Planétes & des Cométes d'une manière méchanique. Je vous déclare, mon cher Chevalier, qu'en cette matière je renonce abſolument à Deſcartes, pour ſuivre aveuglément Newton. Ne me parlez pas de tourbillon, je vous en conjure ; ne donnez aux Planétes & aux Cométes que deux forces, l'une centripéte & l'autre de projection ; en un mot adoptez, ſi vous voulez que les Sçavans vous écoutent, toutes les penſées de Newton que je vous ai développées dans les lettres 2, 3 & 6 du livre ſecond de ſa vie littéraire ; ce n'eſt que là que vous trouverez les véritables Principes de la Phyſique céleſte.

Vous trouverez encore dans ces mêmes lettres les Principes néceſſaires pour déterminer la maſſe & la denſité du Soleil, les maſſes & les denſités des Planétes autour deſquelles on a découvert quelque Satellite, le mouvement de leurs Aphélies &c. ; ce ſont-là des points qu'il n'eſt pas permis d'ignorer dans un ſiécle auſſi éclairé que le notre.

Mais ce qu'il vous eſt encore moins permis d'ignorer depuis les grandes découvertes du Phyſicien Anglois, c'eſt la cauſe des irrégularités dans le mouvement elliptique de la Lune, & celle de la préceſſion des Equinoxes. Reliſez la quatrième lettre du livre ſecond de la vie littéraire de Newton; je crois les y avoir expoſées d'une manière aſſez intelligible. En un mot, mon cher Chevalier, diſpenſez-moi de vous parler de Phyſique céleſte; je vous en ai tracé le plan, & j'en ai diſcuté les points les plus eſſentiels dans le livre que je viens de vous citer. Vous avez ſans doute remarqué en liſant ce livre (1), que l'on ne pouvoit avoir des éclipſes de Soleil, que dans le tems de la nouvelle Lune, ou dans le tems de la *conjonction*, & des éclipſes de Lune, que dans le tems de l'*oppoſition*; ce n'eſt que dans le premier cas que la Lune peut empêcher la lumière du Soleil de parvenir juſqu'à la Terre; & ce n'eſt que dans le ſecond que la Terre peut empêcher à ſon tour

(1) Tome II. de cet Ouvrage, pag. 192.

que la Lune ne reçoive la lumière du Soleil. Vous avez auſſi remarqué que l'inclinaiſon de l'orbite lunaire à l'écliptique, empêchoit que nous n'euſſions chaque mois deux éclipſes, l'une de Soleil & l'autre de Lune. Il doit être en effet très-rare que la Lune parcourant une orbite inclinée à l'écliptique de plus de 5 degrés, ſe trouve préciſément ſous le Soleil, ou ſous la Terre. Le cas arrive cependant quelquefois ; & l'Aſtronomie nous fournit des méthodes pour annoncer ces ſortes de phénoménes, long-tems avant qu'ils arrivent. Celle que donna M. de la Hire, au commencement de ce ſiécle, mérite d'avoir ici place ; elle fera la matière de la lettre ſuivante. En l'appliquant à la fameuſe éclipſe de Soleil que nous devons avoir, le premier Avril 1764, j'aurai ſoin de vous la préſenter d'une manière moins énigmatique, que ne le fit le grand Aſtronome à qui nous la devons. Je ſuis, &c.

LETTRE SECONDE.

Méthode de M. de la Hire pour trouver les éclipſes de Soleil & de Lune. Explication détaillée de cette méthode.

PUiſque vous avez préſente à l'eſprit, mon cher Chevalier, la lettre quatrième du livre ſecond de la vie littéraire de Newton, vous comprenez que demander ſi une nouvelle Lune ſera accompagnée d'une éclipſe de Soleil, c'eſt demander ſi dans ce tems-là le Soleil & la Lune ſe trouveront ou ſous le même *nœud*, ou à-peu-près ſous le même *nœud*; & demander s'il y aura, dans le tems de l'oppoſition, une éclipſe de Lune, c'eſt demander ſi dans ce tems-là le Soleil ſe trouvera près d'un *nœud*, ou ſous un *nœud*, & la Lune près du *nœud*, ou ſous le *nœud* oppoſé. Avant que de vous donner la méthode dont je vous ai parlé dans ma dernière lettre, permettez-moi de faire les remarques ſuivantes.

1°. Une éclipſe de Soleil n'eſt impoſſible, que lorſque le Soleil & la Lune ſont éloignés du *Nœud* de plus de 16 degrés & 55 minutes, ou, ce qui revient au même, de plus de 4060 quarts de minutes.

2°. Pour que l'éclipſe de Lune ſoit impoſſible, il faut que le Soleil ſoit éloigné du *Nœud* de plus de 11 degrés, 40 minutes, c'eſt-à-dire, de plus de 2800 quarts de minute. Il s'enſuit de-là qu'il n'y auroit pas éclipſe de Lune à telle diſtance où il y a éclipſe de Soleil. Je n'en ſuis pas ſurpris; le volume de la Terre étant environ 50 fois plus grand que le volume de la Lune, il eſt plus difficile à celle-ci de rencontrer l'ombre de la Terre, qu'à celle-là de rencontrer l'ombre de la Lune.

3°. Les Nœuds de l'orbite lunaire ſont éloignés l'un de l'autre de 180 degrés, ou de 43200 quarts de minute.

4°. Lors de la nouvelle Lune du mois de Janvier 1701, le Soleil étoit éloigné du *Nœud* de 141 degrés, 12 minutes, 30 ſecondes, ou de 33890 quarts de minute; &

lors de la pleine Lune du même mois, il en étoit éloigné de 155 degrés, 31 minutes, 30 secondes, ou de 37326 quarts de minutes.

5°. Une lunaiſon moyenne contient 708 heures; donc pour trouver combien de lunaiſons moyennes ſe ſont écoulées depuis un tems donné, il faut réduire ce tems en heures, le diviſer par 708, & le quotient vous donnera ce que vous cherchez. Je ſçais, par exemple, que depuis le 8 Janvier 1701 juſqu'à la nouvelle Lune du 1 Avril 1764, il s'eſt écoulé 23093 jours, ou 554232 heures. Je diviſe 554232 par 708: & le quotient 782 me donne le nombre de lunaiſons complétes qui ſe ſont écoulées depuis le 8 Janvier 1701, juſqu'au 1 Avril 1764. Cette opération vous ſera néceſſaire pour calculer l'éclipſe que je vous ai annoncée, à la fin de ma dernière lettre.

6°. A la fin d'une lunaiſon, le Soleil ſe trouve plus éloigné du *Nœud*, qu'il ne l'étoit au commencement, de 30 degrés, 40 minutes, 15 ſecondes, ou de 7361 quarts

de minute. Suppoſons, par-exemple, qu'aujourd'hui le Soleil ſe trouve avec la Lune au *Nœud aſcendant*; le Soleil, à la fin de cette lunaiſon, c'eſt-à-dire après 29 jours $\frac{1}{2}$, ſera éloigné de ce nœud de 7361 quarts de minute. Vous n'en ſerez pas ſurpris, mon cher Chevalier, ſi vous vous rappellez que non-ſeulement le Soleil, en allant d'Occident en Orient, s'écarte du *Nœud aſcendant*, mais qu'encore le *nœud aſcendant*, par ſon mouvement d'Orient en Occident s'écarte du Soleil (*).

Après ces notions préliminaires, je ſuis perſuadé qu'il vous ſera très aiſé de comprendre le méchaniſme de la méthode que nous donna au commencement de ce ſiécle M. de la Hire, pour annoncer s'il y aura, ou s'il n'y aura pas éclipſe à telle, ou telle nouvelle, ou pleine Lune. Pour la rendre encore plus intelligible, je vais l'appliquer à l'éclipſe de Soleil que nous devons avoir le 1 Avril 1764.

1°. Cherchez les lunaiſons complettes

(*) Tome II. de cet Ouvrage, pag. 199.

qui ſe ſont écoulées, depuis le 8 Janvier 1701, tems auquel M. de la Hire trouva ſa méthode, juſqu'au 1 Avril 1764, tems de la nouvelle Lune propoſée. Nous avons déjà vu (*num.* 5.), qu'il s'étoit écoulé 782 lunaiſons complétes.

2°. Multipliez le nombre de ces lunaiſons par 7361 quarts de minute, pour avoir tous les mouvemens qui ſe ſont faits depuis le 8 Janvier 1701; vous aurez pour produit 5, 756, 302.

3°. Ajoutez à ce produit le nombre 33890 qui marque des quarts de minute, & qui repréſente l'éloignement où le Soleil étoit du *Nœud*, le 8 Janvier 1701, tems où fut trouvée la méthode dont il s'agit; & vous aurez le nombre 5, 790, 192.

4°. Diviſez 5790192 par 43200 quarts de minute, c'eſt-à-dire, diviſez 5790192 par un nombre qui repréſente la diſtance qu'il y a entre le *Nœud aſcendant* & le *Nœud deſcendant*; vous aurez pour quotient le nombre 134 que vous négligerez.

5°. Examinez ce qui vous reſte après vo-

tre dernière diviſion ; & comme il ne vous reſte que 1392 quarts de minute, vous conclurez que le 1 Avril 1764, le Soleil ne ſera éloigné du *nœud* que de 5 dégrés, 48 minutes. Nous aurons donc ce jour là une très-belle éclipſe de ſoleil, parce que ce phénoméne n'eſt impoſſible, que lorſque cet Aſtre eſt éloigné du *nœud* de plus de 4060 quarts de minute = 16 degrés, 55 minutes.

5°. Si après la dernière diviſion, vous n'aviez eu aucun reſte, vous auriez conclu qu'alors le Soleil & la Lune ſe trouvoient à l'un des *nœuds*.

6°. Il y a encore éclipſe, lorſque la différence entre le *Reſtant* après la dernière diviſion, & le *Diviſeur* 43200 ne ſurpaſſe pas 4060, parce qu'alors le ſoleil eſt néceſſairement éloigné d'un des nœuds de moins de 16 degrés, 55 minutes.

7°. On trouve par la même méthode les éclipſes de Lune. Il y a cependant 2 remarques à faire. La première, c'eſt que l'on ajoute 37326 quarts de minute au

produit que donne la multiplication de 7361 quarts de minute par le nombre de lunaisons complétes qui se sont écoulées depuis le 8 Janvier 1701, jusqu'au jour de la pleine Lune proposée. Je vous ai déjà fait remarquer dans cette lettre que, lors de la pleine Lune du mois de Janvier 1701, le Soleil étoit éloigné du *Nœud* de 155 degrés, 31 minutes, 30 secondes, ou de 37326 quarts de minute. Je vous ai encore fait remarquer qu'une éclipse de Lune est impossible, lorsque le Soleil est éloigné du *Nœud* de plus de 11 degrés, 40 minutes, c'est-à-dire, de plus de 2800 quarts de minute. Il faut donc faire dans les éclipses de Lune par rapport au nombre 2800, ce que l'on a fait dans les éclipses de Soleil par rapport au nombre 4080; & l'on sera sûr de trouver si la pleine Lune en question sera, ou ne sera pas accompagnée d'une éclipse.

Il m'a paru, mon cher Chevalier; qu'il manquoit à la Physique céleste que je vous ai donnée dans le livre second de la vie

littéraire de Newton, une méthode sûre, & infaillible de trouver les éclipses de Soleil & de Lune; celle de M. de la Hire est à la portée de tout Physicien, puisqu'elle ne suppose que les notions astronomiques les plus générales; aussi suis-je persuadé que personne ne sera tenté de la regarder comme un hors d'œuvre.

Puisque je suis sur l'article des éclipses, vous ne serez pas fâché, mon cher Chevalier, que je vous parle de l'occultation d'*Antarès*, annoncée dans la *connoissance des Mouvemens célestes pour l'année 1763, pag. 45*. Elle a été observée & calculée par les Pères Poczobut & Naruczewicz, Jésuites Polonois, que le Prince Czartoryski, grand Chancelier de Lithuanie & Protecteur décidé des Sciences, a envoyés lui-même en France, & qu'il honore d'une bienveillance particulière. C'est au Collége d'Avignon que ces Pères ont fait & calculé leur observation. La voici, telle qu'ils me l'ont communiquée; vous la verrez avec plaisir. Je n'ai eu à y corriger aucune faute, je ne

dis pas de calcul, ils en ſont incapables ; & ils en ſçavent plus que moi ; mais même de langage.

(Le 20 Juillet 1763, le Ciel étant ſerein, le tems calme, & l'horiſon extrêmement bien dégagé de vapeurs, on regarda long-tems avec une lunette de 15 pieds le bord occidental de la Lune à peu près dans la région où *Antarès* devoit paroître. Tout à coup ſa lumière rougeâtre frappa l'œil de l'Obſervateur. Il parut près du bord entre le *Mare criſium* & le *Mare fœcunditatis*, enſorte que tirant du centre du diſque lunaire par la petite tache *Firmicus*, une ligne droite, cette ligne ne ſe ſeroit pas beaucoup écartées d'*Antarès* ; Mais, faute d'inſtrumens, on n'a pas pu vérifier ce dernier point. Quand on l'apperçut, la pendule réglée ſur le mouvement moyen du Soleil marquoit 5 *h.* 48′ 25″ ſoir.

Le Midi vrai, conclu par les hauteurs correſpondantes, & corrigé étant

0 *h.* 2′. 57″, 26;

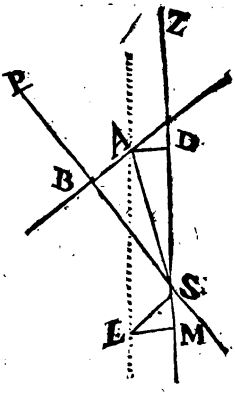
Le tems vrai de l'obſervation eſt

$5\ h.\ 45'.\ 27'',\ 74.$

Pour vérifier cette obſervation, c'eſt-à-dire, pour conſtater ſi l'Etoile fut apperçue au moment de ſa ſortie du diſque lunaire, ou ſi quelque tems auparavant elle en étoit déja ſortie, on ſe propoſa d'en chercher la plus courte diſtance au centre du diſque lunaire pour le tems de l'obſervation. Car ſi cette diſtance apparente, eſt égale au demi-diamétre de la Lune qui lui convient au tems de l'obſervation, il eſt évident qu'*Antarès* fût apperçu au moment de ſa ſortie. Pour en venir sûrement à bout, on s'eſt ſervi de l'admirable méthode que vient de donner M. de Lalande dans la connoiſſance des Mouvemens céleſtes, pour l'année 1764, *pag.* 201. On ſuppoſe dans la figure Antarés en S, & la Lune en A.

Latitude auſtrale d'Antarés au tems de l'obſervation = 4°. 32′. 17″, 9755.

Latitude auſtrale de la Lune au même tems = 3°. 45′. 14″, 6125.



Leur différence = B S = 47′. 3″, 363.

Longitude d'*Antarés* au tems de l'obſervation = 8ſ. 6°. 27′. 50″, 22.

Longitude de la Lune au même tems = 8ſ 6°. 9′. 21″, 7915.

Leur différence = 18′. 28″, 4285.

La même différence diminuée, c'eſt-à-dire, priſe ſur un cercle tiré par l'étoile perpendiculairement au cercle de latitude = 18′. 24″, 9524 = A B.

Ayant 2 côtés A B. B S d'un triangle rectangle en B, on en a trouvé l'hipothénuſe, ou l'arc de diſtance A S = 50′. 31″, 551.

& l'angle A S B qu'on appelle angle de distance = 21°. 22′. 26″, 5.

L'angle parallactique P S Z compris entre le vertical d'*Antarès* Z S & le cercle de Latitude P S = 36°. 56′. 32″, 9928.

La différence de cet angle, & de l'angle A S B donne l'angle A S Z

= 15°. 34′. 6″, 4928.

Du point A abaissant la perpendiculaire A D, qu'on appelle différence vraie d'Azimuth sur le vertical Z S, on a le triangle rectangle A D S, dans lequel ayant déja l'hipothénuse A S & l'angle A S D, on a trouvé le côté S D = 48′. 40″, 6315, c'est-à-dire, la différence de hauteur vraie entre la Lune & Antarès, & le côté A D, ou différence d'Azimuth vrai

= 13′. 33″, 605.

La différence de hauteur vraie ajoutée à la hauteur d'Antarès, qu'on a trouvée pour le moment de l'observation = 12°. 5′. 15″, 197 donne la hauteur vraie ou réelle de la Lune = 12°. 53′. 55″, 8285.

Faiſant la différence des parallaxes horizontales de la Lune calculées par M. de Lalande pour les midis du 20 & du 21 de Juillet pour Paris, on trouve la parallaxe horizontale de la Lune pour le tems de l'obſervation = 57′. 56″.

Avec la parallaxe horizontale de la Lune, on trouve ſa parallaxe en hauteur = D M = A L = 56′. 38″, 9421.

Cette parallaxe retranchée de la hauteur vraie ou réelle de la Lune ci-deſſus trouvée, laiſſe ſa hauteur apparente = 11°. 57′. 16″, 8864; & cette hauteur retranchée de la hauteur d'*Antarès* donne S M, où la différence apparente de hauteur entre la Lune & *Antarès* = 7′. 58″, 3106.

Du point M élevant la perpendiculaire, ou l'arc M L; cet arc ſera plus grand que l'arc A D trouvé ci-deſſus, à cauſe de la convergence au Zénith du vertical A L de la Lune & du vertical D M d'*Antarès*. La quantité dont on doit augmenter l'arc

A D pour avoir la valeur de M L eſt égale au produit de la parallaxe horizontale de la Lune réduite en ſecondes, multipliée par la Tangente de l'arc A D, & par le Sinus de la hauteur de la Lune. Elle a été trouvée $= 3'', 061$;

Donc M L $= 13'. 36'', 666.$

Ayant S M la différence apparente de hauteur entre la Lune & Antarés, & M L la différence apparente d'Azimuth, on a deux côtés d'un triangle rectangle ; on en aura donc l'hypothénuſe L S (diſtance apparente la plus courte d'Antarés au centre de la Lune, au tems de l'obſervation) par l'analogie ſuivante; R : cof. M L : : cof. S M : cof. L S.

Cof. M L $= 13'. 36'', 666 =$
$9 \cdot 99999, 65957, 4888.$

Cof. S M $= 7'. 58''; 3106 =$
$9 \cdot 99999, 88321, 9359.$

Cof. L S $= 15'. 46'', 4515 =$
$9 \cdot 99999, 54279, 4247.$

La parallaxe horizontale de la Lune,

pour le tems de l'obſervation, ſuppoſée telle qu'on l'a trouvée ci-deſſus, on trouve le demi-diamétre qui lui convient au même tems = 15′. 49″, 37.

Son augmentation à raiſon de ſa hauteur ſur l'horizon étant = 3″, 612.

On a le demi-diamétre au tems de l'obſervation = 15′. 52″, 982.

Donc la diſtance apparente d'*Antarès* au centre de la Lune eſt plus petite de 6″, 5305 que le demi-diamétre de la Lune.

Suppoſé l'exactitude d'un calcul qu'on a fait avec ſoin, cette différence vient de l'incertitude où l'on eſt ſur la quantité véritable de la parallaxe horizontale & du diamétre de la Lune. Si l'on compare la parallaxe horizontale calculée par M. de la Caille dans ſes éphémérides, & la parallaxe horizontale du même Aſtre calculée par M. de la Lande dans ſa connoiſſance des mouvemens céleſtes pour midi du 20 Juillet 1763, on trouve la différence de 22″. Car la parallaxe horizontale priſe des éphémérides de M. l'Abbé de la Caille pour le

midi du 20 Juillet 1763 = 58′. 24″.

Et la parallaxe horizontale prise de la connoissance des mouvemens célestes pour le même tems = 58′. 2″. ensorte que la parallaxe moyenne entre ces deux sera = 58′. 13″.

Prenant cette parallaxe moyenne pour le midi du 20 Juillet 1763, on en a conclu la parallaxe horizontale pour le tems de l'observation = 58′. 7″, 0872, avec laquelle on a trouvé la parallaxe qui convient à la hauteur réelle de la Lune = 56′. 51″, 4507; de sorte que la hauteur apparente de la Lune a été, lors de l'observation = 11°. 57′. 4″, 3778.

Pour avoir encore plus exactement cette hauteur, l'on y ajoutera la différence des réfractions qui conviennent à la hauteur de la Lune & d'Antarés, auxquelles on n'a pas eu égard dans le calcul supérieur. Cette différence = 3″. D'où il résulte que la hauteur apparente de la Lune, lors de l'observation, a été = 11°. 57′. 7″, 3778.

De la hauteur d'Antarés qui a été =

12°. 5′. 15″, 197, rétranchez, comme ci-deſſus, la hauteur apparente de la Lune, vous aurez la différence apparente = M S = 8′. 7″, 8192; M L étant toujours = 13′. 36″, 666.

On fait enfin l'analogie ſuivante, comme ci-deſſus, R : cof. M L : : cof. S M : cof. L S.

Cof. L M = 9 . 99999, 65957, 4888.

Cof. S M = 9 . 99999, 87852, 9496.

Cof. L S = 9 . 99999, 53810, 4384 = 15′. 51″, 3.

Prenant les petits arcs L M, M S pour des lignes droites, on pourra chercher L S par le 47ᵉ du 1 liv. d'Euclide, ou par la Trigonométrie rectiligne.

Le demi-diamétre horizontal de la Lune pris des éphémérides de M. l'Abbé de la Caille, étant pour le midi du 20 Juillet 1763 = 15′. 47″.

Et le demi-diamétre horizontal du même

Aſtre, pris de la connoiſſance des mouvemens céleſtes, étant pour le même tems = 15′. 51″.

On fera le demi-diamétre horizontal moyen = 15′. 49″.

Et on en conclura par le moyen des parallaxes horizontales immédiatement trouvées ci-deſſus, le demi diamétre horizontal pour le tems de l'obſervation = 15′. 47″. 4.

Ce demi-diamétre augmenté, à raiſon de la hauteur de la Lune, de 3ᵈ, 6; l'on aura le demi-diamétre qui convient à cette hauteur = 15′. 51″.

Enfin ce demi-diamétre comparé avec L S, ne nous donne pour différence que 0″, 3; ce qui prouve que la diſtance apparente d'*Antarés* au centre de la Lune a été plus grande, que le demi-diamétre de cet Aſtre, de la différence trouvée.)

Avouez, mon cher Chevalier, qu'il faut avoir de grandes avances dans l'Aſtronomie & dans la ſcience du calcul, pour donner

un tel réſultat. La Pologne qui n'a fait que prêter à la France ces deux obſervateurs attentifs, peut ſe glorifier d'avoir produit deux hommes qui marcheront ſur les traces de l'immortel Copernic & du fameux Hévélius. Mais je m'apperçois que ma lettre eſt bien longue; nous en viendrons, lorſque vous le jugerez à propos, à la Phyſique terreſtre; j'attens pour cela votre réponſe. Je ſuis en attendant, &c.

RÉPONSE

Aux deux Lettres précédentes.

JE prévoyois, Monſieur, que vous feriez bientôt au bout de votre Phyſique céleſte; vous vous étiez trop étendu ſur celle de Newton, & vous y aviez trouvé trop peu de choſes à réprendre, pour ne pas l'adopter preſque aveuglément. Il y a cependant deux points dont il me paroit que vous auriez dû m'entretenir; le premier regarde la parallaxe des Aſtres,

& le ſecond l'athmoſphére du Soleil.

Je le ſçais, un Phyſicien n'eſt pas obligé de ſçavoir comment il faut s'y prendre pour trouver la parallaxe du Soleil, de la Lune, & des Planétes du premier & du ſecond ordre ; il doit la demander aux Aſtronomes qui ſe ſervent, pour la déterminer avec toute l'exactitude poſſible, d'inſtrumens avec leſquels il eſt preſque impoſſible de ſe tromper. Mais il doit ſçavoir ce que l'on entend par *parallaxe* ; & voilà ce que vous n'avez pas expliqué. Je vous avoue que j'étois très-neuf en cette matière, & que pour comprendre la premiére de vos deux lettres, il m'a falu lire quelques livres élémentaires d'Aſtronomie.

Ainſi, pour que nos Lecteurs ne ſe trouvent pas dans le même embarras que moi, je veux l'avertir ici que la parallaxe doit être comptée parmi les illuſions optiques ; c'eſt la différence qu'il y a entre l'endroit du Ciel où nous rapportons un Aſtre vû de deſſus la ſurface de la Terre, & l'endroit où

nous le rapporterions, ſi nous l'obſervions du centre même du globe que nous habitons, ſuppoſé que ce globe fut diaphane. Je comprens maintenant que les Aſtronomes ont raiſon d'aſſurer que l'angle formé au centre d'un Aſtre par deux rayons, dont l'un eſt dirigé au centre de la Terre, & l'autre à ſa ſurface, ſe nomme la parallaxe de cet Aſtre. Je comprens encore mieux que les Étoiles ne doivent avoir aucune parallaxe; éloignées de nous d'une diſtance preſque infinie, elles nous paroitroient à la même place, ſoit qu'on les obſervât de deſſus la ſurface, ſoit qu'on obſervât du centre même de la Terre; notre Globe vû des Étoiles, ou ne paroitroit pas, ou ne paroitroit qu'un point infiniment petit. Je comprens enfin que plus un Aſtre eſt éloigné, & plus petite doit être ſa parallaxe. Vous êtes un peu libéral à l'égard de la Lune, M. de Lalande célébre Aſtronome, ne lui donne que 57 minutes, 3 ſecondes de parallaxe.

Le ſecond point dont j'aurois voulu que vous

vous euſſiez parlé dans votre Plan de Phyſique céleſte, regarde l'athmoſphére du Soleil. Je vous ai fait remarquer dans la vie littéraire de Newton (1), que ce Phyſicien n'étoit pas éloigné d'en admettre une autour de cet Aſtre. Vous-même vous lui en avez donné une dans votre Phyſique générale ; ne convenoit-il pas d'en dire ici deux mots ? J'avoue qu'en renvoyant votre lecteur à l'admirable Traité de l'Aurore boréale de M. de Mairan, vous le renvoyez à un Ouvrage qui apprend tout ce qu'on peut déſirer en ce genre ; mais enfin tout le monde n'a pas le bonheur d'avoir ce livre à ſa main ; & c'eſt parceque j'ai eu l'avantage de le lire, que je veux vous faire l'abrégé de ce qu'il dit ſur l'athmoſphére du Soleil. Ce que je vous citerai, ſera tiré de la ſeconde édition que l'on fit de ce Traité, à l'Imprimerie royale, en l'année 1754 ; elle eſt augmentée d'un grand nombre d'éclairciſſemens qui la rendent plus précieuſe que la première.

[1] Pag. 77.

1°. La Lumière zodiacale, *dit M. de Mairan*, eſt une clarté, ou une blancheur, ſouvent aſſez ſemblable à celle de la voie lactée, que l'on apperçoit dans le Ciel en certain tems de l'année, après le coucher du Soleil, ou avant ſon lever, en forme de lance, ou de pyramide, le long du Zodiaque où elle eſt toujours renfermée par ſa pointe & par ſon axe, appuyée obliquement ſur l'horizon par ſa baſe, découverte, décrite & ainſi nommée par feu M. Caſſini (1).

2°. La lumière zodiacale n'eſt autre choſe que l'athmoſphére ſolaire, c'eſt-à-dire, qu'un fluide, ou une matière rare & ténue, lumineuſe par elle-même, qui environne le globe de cet Aſtre, mais qui eſt en plus grande abondance & plus étendue autour de ſon Équateur, que par tout ailleurs. (2). Newton n'étoit pas éloigné de cette manière de penſer, lui qui donne au Soleil & aux Étoiles une athmoſ-

(1) Pag. 3.
(2) Pag. 3.

phére qui les comprime, qui leur conſerve leur chaleur, & qui empêche l'évaporation de leurs parties; *Annon Sol & Stellæ fixæ ingentes ſunt globi ..... quorum partes quidem ne in fumos abeant, facit .... ingens pondus, denſitaſque athmoſphærarum, ſibi circum circà incumbentium, & ingenti niſu undique comprimentium* &c. (3). Le poids des particules qui compoſent l'athmoſphére ſolaire ne peut venir que de leur force centripéte vers le Soleil.

3°. Pluſieurs des circonſtances qui ont été cauſe qu'on a connu ſi tard la lumière zodiacale, ou qui l'ont fait confondre avec quelques autres apparences céleſtes, peuvent encore ſouvent nous empêcher de l'appercevoir, ou de la déméler d'avec d'autres objets. Sa poſition oblique & peu éloignée du plan de l'écliptiqne, ne nous permet guères de la voir diſtinctement, & aſſez élevée ſur l'horizon, que quelque tems après le coucher du Soleil vers la fin de l'hiver & dans le printems, ou avant

(3) Queſtion 11 d'Optique.

le lever en automne, & vers le commencement de l'hiver. Il eſt rare qu'on la voie commodément en d'autres tems, & plus rare encore qu'on puiſſe l'obſerver le ſoir & le matin en un même jour. Un crépuſcule trop fort l'empêche de ſe montrer, & un trop grand clair de Lune la fait diſparoitre. (1).

4°. La Lumière Zodiacale, effet viſible de l'athmoſphére ſolaire, a été obſervée de tout tems. Les Anciens la confondoient avec les phénoménes qu'ils appelloient *poutres, cone de lumière, pyramide &c.* (2)

5°. Il n'y a qu'un Sphéroïde applati & de forme lenticulaire qui, étant toujours vû de profil & par ſon tranchant, puiſſe toujours paroitre, ou être projeté ſous la forme d'un *fuſeau*. La lumière zodiacale, ou l'athmoſphére ſolaire étant donc toujours vûe de la Terre ſous cette figure à peu près, pendant toute la révolution annuelle du Globe terreſtre, il s'enſuit que ſa forme

(1) Pag. 11.
(2) Pag. 15.

ne ſçauroit s'éloigner beaucoup de celle d'une lentille. On la voit étendue en manière de lance ou de pyramide plus ou moins pointue, toujours dirigée par ſa baſe vers le corps du Soleil, & par ſa pointe vers quelque étoile qui ne ſort jamais du Zodiaque. C'eſt ainſi qu'elle paroit le ſoir dans le Printems & le matin en Automne, ſa pointe orientale ou dirigée vers l'Orient ſe montrant le ſoir, & ſa pointe occidentale le matin. (*).

6°. A en juger par les obſervations, & à raſſembler toutes les circonſtances qui les accompagnent, M. de Mairan a trouvé que la lumière zodiacale, lorſqu'elle a été apperçue, n'a jamais occupé guères moins de 50 ou 60 degrés de longueur depuis le Soleil juſqu'à ſa pointe, & de 8 à 9 degrés de largeur à ſa partie la plus claire, ou la plus proche de l'horizon. Il a trouvé de même que ſa plus grande étendue apparente a été de 90, 95, 100 & 103 degrés de longueur, & de plus de 20 de-

(*) Pag. 10.

grés de largeur. Il conclut de-là que très-ſouvent l'athmoſphére ſolaire s'étend tout au moins juſqu'à l'orbite terreſtre (1).

7°. Les changemens qui arrivent dans l'athmoſphére ſolaire, ne doivent pas nous ſurprendre; il regne dans cette athmoſphére une fermentation, un bouillonnement qui doivent, en la raréfiant, augmenter ſon volume de pluſieurs millions de lieües. L'atmoſphére de la Terre eſt ſujette aux plus grandes variations; pourquoi celle du Soleil en ſeroit-elle exempte? (2).

8°. M. de Mairan a avancé (3) qu'une couche de l'athmoſphére ſolaire qui ne ſe trouve qu'à ſoixante mille lieües de la Terre, & qui par-là même eſt éloignée d'environ trente millions de lieües du Soleil, eſt plus attirée par la Terre, que par le Soleil. Cette aſſertion n'a rien de hazardé. La Maſſe du Soleil: à la maſſe de la

(1) Pag. 26 & 28.
(2) Pag. 31.
(3) Pag. 97.

Terre :: 207194 : 1 (1). Le quarré de 60, 000 lieües eſt repréſenté par le nombre 3, 600, 000, 000 ; & le quarré de 30, 000, 000 par le nombre 900, 000, 000, 000, 000. L'attraction paſſive d'un corps quelconque eſt proportionnelle à la Maſſe du corps attirant, diviſée par le quarré de la diſtance du corps attiré (2) ; donc l'attraction que le Soleil exerce ſur la couche dont nous parlons, eſt repréſentée par la fraction $\frac{207194}{900,000,000,000,000}$. ; & l'attraction que la Terre exerce ſur la même couche eſt exprimée par la fraction $\frac{1}{3,600,000,000}$. Mais la première de ces deux fractions donne évidemment une force moindre que la ſeconde ; donc une couche de l'athmoſphére ſolaire qui ſe trouve à ſoixante mille lieües de la Terre, & à trente millions de lieües du Soleil, eſt plus attirée par la Terre, que par le Soleil.

9°. M. de Mairan prétend donc (3)

(1) Tome II. de cet Ouvrage, pag. 148.

(2) Tome II. de cet Ouvrage, pag. 137.

(3) Pag. 4 & 3.

que la matière qui compoſe l'athmoſphére ſolaire venant à rencontrer les parties ſupérieures de notre air, en deçà des limites où la peſanteur univerſelle commence à agir avec plus de force vers le centre de la Terre, que vers le Soleil, tombe dans l'athmoſphére terreſtre à plus ou moins de profondeur, ſelon que ſa peſanteur ſpécifique eſt plus ou moins grande, eu égard aux couches d'air qu'elle traverſe, ou ſur leſquelles elle ſe ſoutient; & c'eſt ce mélange qui produit ce phénoméne lumineux que nous appellons *Aurore boréale*. Nous lui donnons ce nom, parce qu'il a coutume de paroitre du côté de la partie boréale du Ciel, & que ſa lumière, lorſqu'elle eſt proche de l'horizon, reſſemble à celle du point du jour, ou à l'Aurore. Le même Auteur a démontré (*) que la fameuſe Aurore boréale du 19 Octobre 1726 étoit à plus de 260 lieuës de la Terre. Ce qui prouve en général qu'elle étoit très-élevée, c'eſt qu'elle fut apperçue en même-tems à War-

(*) Pag. 60.

ſovie, à Moſcow, à Pétersbourg, à Rome, à Paris, à Naples, à Madrid, à Lisbonne & à Cadix. Il lui faloit au moins 260 lieuës de hauteur au deſſus de la ſurface de la Terre, pour être apperçue à la même heure, de tant d'endroits ſi éloignés les uns des autres. Mais enfin à quelque hauteur que ſoit l'Aurore boréale, il eſt évident que lorſqu'elle eſt une fois formée, elle ſe trouve dans l'athmoſphére terreſtre; ſans cela elle auroit un mouvement apparent d'Orient en Occident. Cette preuve eſt démonſtrative pour quiconque ſçait les premiers élémens de l'Optique & de l'Aſtronomie.

10. Dans le ſyſtéme de M. de Mairan, le phénoméne dont nous parlons, doit être polaire; c'eſt-à-dire, doit ſe ranger du côté du pôle boréal & du côté du côté méridional. La raiſon qu'en apporte ce grand Phyſicien eſt ſans replique. La partie de l'Athmoſphére terreſtre, *dit-il* (*), qui correſpond à la zone torride, a beau-

(*) Pag. 104.

coup plus de force centrifuge, qu'aucune autre partie de la même athmoſphére ; donc la matière des Aurores boréales doit pénétrer plus difficilement l'air de la zone torride, que l'air des autres zones ; donc elle doit être renvoyée en partie vers le pôle boréal, & en partie vers le pôle méridional; donc l'Aurore boréale doit être pour nous un phénoméne polaire. Vous voyez, Monſieur, que je profite de la liberté que vous m'avez donnée, de vous dire ce qui me paroit manquer aux différens plans que vous me propoſez : il faut vous rappeller, lorſque vous écrivez, que vos lecteurs n'ont pas lu les livres que vous leur citez. Ce qui vous paroit clair comme le jour, n'eſt ſouvent que trop obſcur pour les autres. A parler en général, l'on ne ſçauroit être trop clair, lorſqu'on traite quelque point de Mathématique ou de Phyſique. Votre Newton auroit eu grand beſoin qu'un Ami lui répétat cette maxime. Je ſuis, &c.

LIVRE QUATRIÉME.

DE LA PHYSIQUE TERRESTRE.

LETTRE PREMIÉRE.

Diviſion de la Phyſique terreſtre en 3 parties. Enumération des Queſtions principales que contient chacune de ces parties.

UNe Phyſique terreſtre compléte, mon cher Chevalier, doit ſe diviſer en 3 Parties. Elles ont pour matière l'athmoſphére terreſtre, l'extérieur de la Terre, & ſon intérieur. Les Queſtions que préſente la première Partie à des yeux phyſiciens, ne doivent être ni mépriſées, ni négligées. Voici les principales. Quelle eſt la hauteur de l'athmoſphére? Quelle eſt la nature & quelles ſont les propriétés de l'air qu'elle contient? Comment ſe forment les Météores aëriens, aqueux & ignées? Qu'eſt-ce que l'arc-en-ciel? Quelles ſont les cauſes

accidentelles de la chaleur & du froid ?

La ſeconde Partie de la Phyſique terreſtre offre des queſtions encore plus variées & plus intéreſſantes que la première. Quelle eſt la figure de la Terre ? Qu'y a-t-il à remarquer ſur les eaux que l'on voit ſur ſa ſurface, ſoit que ces eaux ſoient douces ou ſalées, ſujettes ou non ſujettes au flux & au reflux ? Quel eſt le Principe des Machines dont les Hommes ont coutume de ſe ſervir ? Qu'eſt ce que les Plantes qui font le plus bel ornement du globe que nous habitons ? Que faut-il penſer des Animaux qui ne paroiſſent avoir été créés que pour nous ? Qu'eſt-ce enfin que l'homme pour qui la Terre a été tirée du néant ? Lorſque vous aurez approfondi, mon cher Chevalier, toutes ces queſtions, vous pourrez alors avouer que vous commencez à ſçavoir la Phyſique terreſtre.

Elle a cependant une troiſième Partie dont vous ne ſerez au fait, qu'après des recherches infinies. Il ne s'agit rien moins que de connoître la nature des principaux

Foſſiles, parmi leſquels l'Aiman doit tenir un rang diſtingué. Il faut encore examiner la cauſe des tremblemens & des ſecouſſes dont notre Globe n'eſt que trop ſouvent agité.

Vous comprenez, mon cher Chevalier, que dans ce Plan de Phyſique terreſtre que je viens de vous tracer, je n'ai pas dû conſidérer la Terre comme tournant chaque jour ſur ſon axe, & chaque année autour du Soleil; j'avois déja diſcuté ce point dans le livre précédent; il ſeroit ici tout-à-fait déplacé. Deſcartes qui va pour l'ordinaire nous ſervir de guide, s'eſt bien gardé d'en parler dans la quatrième Partie de ſon Livre des Principes qu'il regardoit comme ſa Phyſique terreſtre. Je me rappelle très-bien le compte que vous m'en avez rendu (*); rappellez-vous à votre tour la mémoire que je vous envoyai ſur les Météores, & l'Analyſe que je vous fis du Traité de l'homme (**); tout cela vous ſera né-

(*) Tom. I. de cet Ouvrage. Pag. 242.
(**) Même Tom. pag. 30 & pag. 84.

ceſſaire; vous ſçavez que je n'aime pas les répétitions. Je ſuis, &c.

LETTRE SECONDE.

Nature de l'athmoſphére terreſtre. Preſſion qu'elle exerce ſur la ſurface de la Terre. Preſſion qu'elle exerce ſur le corps de l'homme. Différentes Méthodes dont on a coutume de ſe ſervir pour trouver la hauteur de l'atmoſphére terreſtre. Inſuffiſance de ces Méthodes. Hauteur connue de l'athmoſphére.

ME demandez-vous, mon cher Chevalier, ce que j'entens par athmoſphére terreſtre? Je vous répondrai ſans héſiter que le Créateur en tirant cette Terre du néant, l'a entourée d'un fluide qui participe à ſes deux mouvemens, l'un diurne ſur ſon axe, & l'autre périodique dans l'Ecliptique. A ce fluide auquel nous avons donné le nom d'*air*, ſe joignent des vapeurs & des exhalaiſons qui s'élévent de

ſein même du globe que nous habitons, & qui ſervent non-ſeulement à la reſpiration, mais encore à la formation des Météores ignées & aqueux. Depuis que Deſcartes a démontré la gravité de l'air par l'expérience la plus ſenſible (*), & que Newton en a aſſigné la cauſe, en introduiſant dans la Méchanique ſes loix admirables de l'attraction mutuelle des corps, nous comprenons comment ce fluide a dû ſe ranger autour de la Terre, en forme d'athmoſphére, & comment il contribue à ſa dureté en exerçant ſur elle une véritable preſſion. C'eſt un fait conſtant que la force avec laquelle ſa ſurface totale eſt comprimée par le fluide qui l'environne, n'a pas d'autre expreſſion que le nombre 10, 838, 016, 000, 000, 000, 000 de livres. En voici la démonſtration la plus rigoureuſe.

1°. La circonférence de l'équateur terreſtre eſt de 9000 lieuës, leſquelles réduites en pieds, a raiſon de 14000 pieds cha-

(*) Tome I. de cet Ouvrage, pag. 192.

cune, donnent 126, 000, 000.

2°. Le diamétre de l'équateur terreſtre eſt d'environ 3000 lieuës = 42, 000, 000 pieds.

3°. La ſurface de la Terre eſt de 5, 292, 000, 000, 000, 000 pieds quarrés, parce qu'il eſt démontré dans tous les Élémens de Planimétrie qu'on a la ſurface d'une ſphére, en multipliant la circonférence d'un de ſes grands cercles par ſon diamétre.

4°. Puiſqu'une colonne d'air de la hauteur de l'athmoſphére, eſt en équilibre avec une colonne d'eau de 32 pieds; il s'enſuit que le poïds de l'athmoſphére ſur la ſurface de la Terre eſt égal au poids de 32 pieds cubes d'eau dont cette ſurface ſeroit couverte.

5°. Un pied cube d'eau péſe 64 livres; donc une colonne d'eau de 32 pieds de hauteur & d'un pied de baſe, en peſeroit 2048; donc une maſſe d'eau de 32 pieds de hauteur, & dont la baſe ſeroit égale à la ſurface de la Terre, en péſeroit 10, 838, 016, 000, 000, 000, 000: donc l'expreſſion de la force avec laquelle l'athmoſ-

phére comprime la furface de la Terre eſt 10, 838, 016, 000, 000, 000, 000 de livres.

Vous trouverez maintenant en badinant, mon cher Chevalier, la force avec laquelle l'athmoſphére terreſtre comprime le corps humain. Rappellez-vous ſeulement que la ſurface du corps humain contient environ 15 pieds quarrés. Multipliez donc 2048 par 15; le produit 30720 livres vous donnera ce que vous cherchez. Ce poids, quelque prodigieux qu'il ſoit, doit cependant vous paroitre inſenſible. Et comment voudriez-vous le ſentir; les différentes colonnes dont l'air eſt compoſé, ne ſont elles pas en équilibre les unes avec les autres? Un plongeur qui ſe promène au fond de la mer, a ſur ſa tête des millards & des millards de livres d'eau; mais parce que les colonnes de ce fluide ſont dans un parfait équilibre, il en ſent infiniment moins le poids, que s'il en portoit une ſeule livre ſéparée des eaux de la mer. Cette réponſe tirée du fond même de l'hydroſtatique, me pa-

roit préférable aux deux autres que les Phyſiciens ont coutume de donner. Ils diſent que nous ne devons pas ſentir une preſſion à laquelle nous ſommes accoutumés depuis notre entrée dans le monde ; ils ajoutent que l'air extérieur eſt en équilibre avec l'air qui ſe trouve dans l'intérieur du corps humain. Ces deux ſolutions ne ſont pas dans le fond ſi mépriſables ; mais lorſque j'ai le bonheur de trouver une réponſe démonſtrative, je fais très-peu de cas de toutes celles qu'on peut abſolument ranger dans la claſſe des probables.

Venons-en maintenant, mon cher Chevalier, à la hauteur de l'athmoſphére terreſtre. Les Phyſiciens ont penſé pendant long-tems qu'elle n'avoit que 15 à 20 lieuë s de hauteur. Voici les preuves ſur leſquelles ils ſe fondent. En l'année 1676, *diſent-ils* (*), il parut en quelques endroits d'Italie un Météore qui étoit auſſi clair que la Lune dans ſon plein. M. Montanari, Profeſſeur à

(*) Mémoires de la l'Académie des Sciences de Paris. Année 1713. pag. 64.

Bologne, en fit des obſervations, & les ayant comparées avec elles qui avoient été faites en d'autres endroits, il détermina la hauteur de ce Météore de 15 lieuës moyennes de France. M. de la Hire conclut de cette obſervation que c'eſt là la hauteur de l'athmoſphére terreſtre. Il me paroit qu'il auroit dû prouver auparavant que ce Météore étoit parvenu juſqu'à la dernière couche de notre athmoſphére; ſans cela ſon raiſonnement ne prouve rien.

Le même M. de la Hire prétend dans le Mémoire que je viens de citer, que le crépuſcule, ou le jour imparfait que nous avons quelque tems avant le lever, & quelque tems après le coucher du Soleil, ne donne pas plus de hauteur à l'atmoſphére, que le Météore dont je viens de parler. Pour comprendre ſon raiſonnement, il faut néceſſairement vous rappeller, mon cher Chevalier, que l'athmoſphére eſt l'unique cauſe de ce jour imparfait. En effet ſi la Terre n'étoit entourée d'aucun fluide, le lever du Soleil ne ſeroit précédé d'aucune Aurore, & ſon coucher ne ſeroit ſuivi d'au-

cun crépuſcule ; mais puiſqu'elle eſt entourée d'un fluide dont les couches diminuent en denſité, à meſure qu'elles s'éloignent de nous, il eſt impoſſible que lorſque le Soleil ne ſera pas bien enfoncé ſous l'horizon, pluſieurs rayons de lumière envoyés par cet Aſtre, ne rencontrent des couches aſſez denſes pour les réfracter, & pour les déterminer par-là à ſe porter vers la Terre ; ou, du moins ces rayons réfractés ſe rendront-ils dans des couches compoſées de particules capables de les réfléchir ſur la ſurface de notre globe.

Les Aſtronomes conviennent que quand le Soleil eſt à 18 degrés au-deſſous de l'horizon, on commence, ou l'on ceſſe devoir la première, ou la dernière lueur du crépuſcule. M. de la Hire eſt parti de ce Principe ; & il a très-bien prouvé que la couche de l'athmoſphére que rencontre un rayon du Soleil enfoncé ſous l'horizon de 18 degrés, ne peut être éloignée de la Terre que de 34585 toiſes ; il conclut de-là que la hauteur de l'athmoſphére eſt d'en-

viron 15 lieuës. M. de Mairan dans ſon Traité de l'Aurore boréale (*) ne paroit pas content de cette Méthode. *Les crépuſcules*, dit-il, *nous donnent la hauteur des dernières couches d'un air aſſez denſe, ou compoſé de particules aſſez groſſières pour nous réfléchir ſenſiblement la lumière du Soleil : mais ils ne ſçauroient nous rien apprendre de l'air ou de tel autre fluide qui eſt au-delà, & qui ne nous réfléchit plus une ſemblable lumière*, quoiqu'il faſſe d'ailleurs partie de notre athmoſphére.

Le Barométre nous donne une méthode encore moins sûre que celle des crépuſcules, pour trouver la hauteur de la dernière couche du fluide qui entoure la Terre. Voici le fait. Lorſque, à la prière de Deſcartes (**). M. Paſcal eut fait faire à M. du Périer ſon beau frère l'expérience du *Pui de Domme*, il trouva que le Mercure du Barométre placé au pied de la Montagne, s'élevoit de 3 pouces & 3 lignes plus

(*) Page 44.

(**) Tome I. de cet Ouvrage, pag. 102.

haut, que le Mercure du Baromètre placé au ſommet de la même Montagne. Apparemment que M. Paſcal ſçavoit que le *Pui de Domme* a environ 468 toiſes de hauteur perpendiculaire; auſſi conclut-il qu'une élévation perpendiculaire de 12 toiſes au-deſſus de la ſurface de la Terre, produit dans le Baromètre une élévation d'une ligne, & que l'on peut par le moyen de cet inſtrument météorologique, déterminer la hauteur perpendiculaire d'une Tour, d'un édifice, d'une montagne, &c.

Si l'athmoſphére terreſtre étoit compoſée de couches homogénes, & d'une égale denſité, cette méthode ſeroit admirable; nous ſçaurions, à n'en pouvoir douter, que ſa dernière couche ne ſeroit éloignée, que de 4032 toiſes, puiſque la plus grande hauteur du Baromètre ne paſſe guères dans ce païs-ci 28 pouces. Mais la denſité de l'air va tellement en diminuant, que Newton n'a pas craint d'avancer que ce fluide, à environ quinze cent lieuës de la ſurface de la Terre, doit être plus rare qu'ici bas en une raiſon

beaucoup plus grande que celle de tout l'eſpace renfermé dans l'orbe de Saturne à l'eſpace renfermé dans un globe d'un pouce de diamétre (*). Je ne prétends pas examiner ici s'il n'y a rien d'exagéré dans cette propoſition ; je prétens ſeulement vous faire remarquer que s'il faut, aux environs de la Terre, une élévation perpendiculaire de 12 toiſes pour faire varier le barométre d'une ligne, peut-être une élévation perpendiculaire de douze mille toiſes ne le feroit pas varier d'une demi ligne, à quelques lieuës de la Terre. Comment le Barométre pourroit-il donner une méthode sûre, & infaillible, pour trouver la hauteur de la dernière couche de l'athmoſphére terreſtre ? Ne nous flattons pas, mon cher Chevalier, de réſoudre jamais ce probléme ; il y a long-tems que je l'ai rangé dans la claſſe des inſolubles ; tout ce que nous pouvons aſſurer, c'eſt que l'athmoſphére terreſtre a plus de 260 lieuës de hauteur, puiſque la fameuſe aurore boréale de 1726 dont le

(*) Principes de la Philoſophie, liv. 3. prop. 41.

ſiége eſt évidemment dans notre athmoſphére, étoit au moins à 260 lieuës de la Terre (*). Voilà tout ce que je ſçais ſur cette matière. Je ſuis, &c.

LETTRE TROISIÉME.

Deſcription de l'air. Phénoméne dont l'explication dépend de la gravité & du reſſort de ce fluide. L'Air conſidéré comme corps ſonore, & comme véhicule du ſon. Différentes manières dont on peut conſidérer le ſon.

DEſcartes veut, mon cher Chevalier, que l'air ſoit un fluide compoſé de parties irrégulières, très-déliées, à peu près ſemblables à de petites plumes, ou à de petits bouts de cordes (**). Cela peut être; mais je vous aſſure que je ne ferois pas un procès à quiconque regarderoit comme hazardée une pareille deſcription. Quoiqu'il

(*) Voyez la fin du livre précédent.

(**) Tome I. de cet Ouvrage, pag. 251.

en

en ſoit, l'air a deux qualités dont un Phyſicien ne ſçauroit trop conſidérer les effets; c'eſt un fluide très-grave & très-élaſtique; très-grave, puiſque dans le barométre il fait monter le mercure à 28 pouces, & dans les pompes aſpirantes l'eau juſqu'à 32 pieds; très-élaſtique, puiſque comprimé il éléve l'eau à un hauteur prodigieuſe, & qu'il pouſſe dans le fuſil à vent pluſieurs bales avec encore plus de force que ne le fait la poudre enflammée dans les fuſils ordinaires. Les cauſes de la gravité & du reſſort de l'air ſont les mêmes que celles que je viens de vous aſſigner dans ma Phyſique générale pour la gravité & le reſſort des corps conſidérés en général; le plus ou le moins dépend des conditions que ces cauſes trouvent dans les corps qu'elles rendent graves, ou élaſtiques. Si je vous envoyois un Traité de Phyſique terreſtre dans toutes les formes, je ne manquerois pas de vous mettre ici ſous les yeux toutes les expériences que l'on a coutume de faire avec la Machine pneumatique, dont je vous ferois auparavant une

ample deſcription ; vous verriez avec quelle facilité ces expériences s'expliquent par l'action d'un air grave & élaſtique dont les parties tendent ſans ceſſe à ſe mettre en équilibre entre elles. Mais une pareille énumération ſeroit-elle ſupportable dans un Plan de Phyſique, & dans une occaſion où Deſcartes & Newton n'ont pas même penſé à ſe faire la guerre ? J'en viens donc à un point plus intéreſſant ; c'eſt le ſon ; il dépend évidemment du reſſort de l'air.

Le ſon eſt encore une queſtion, mon cher Chevalier, où Newton n'a pas même penſé à contredire Deſcartes. Ces deux Phyſiciens ſont perſuadés que ce n'eſt qu'un mouvement de *trémouſſement* & de *frémiſſement* imprimé principalement aux parties inſenſibles des corps ſonores ; la vûe d'une corde de violon qui rend du ſon, lorſqu'on la pince avec le doigt, & qu'on voit pendant ce tems-là dans une eſpèce de *tremblement*, leur a prouvé la juſteſſe de cette définition. Ceux qui ne veulent laiſſer aucun doute ſur cette matière dans l'eſprit des lecteurs les

plus difficiles à être convaincus, ont coutume de rappeller l'expérience de M. de la Hire. Ce Phyſicien prit de petites pinces qu'il ſoutint par l'arc ſur le bout de ſon doigt; il ſerra les extrémités des branches l'une contre l'autre vers le bas; il les lâcha ſubitement; les parties ſenſibles des pincettes frémirent très-ſenſiblement, ſans donner preſque aucun ſon. Il frappa enſuite les branches de ces mêmes pincettes avec un morceau de fer, & l'on entendit un ſon fort clair. Il conclut de-là que le ſon dépend ſur-tout des vibrations imprimées aux parties inſenſibles des corps ſonores.

L'Air conſidéré comme élaſtique, eſt donc un corps très-ſonore; puiſqu'il eſt très-capable de recevoir dans ſes parties ſenſibles & inſenſibles ce mouvement de *trémouſſement* & de *frémiſſement* qui produit le ſon; c'eſt encore le véhicule qui fait paſſer le ſon juſqu'à l'organe de l'oüie, puiſque dans le récipient de la Machine pneumatique exactement purgé d'air, l'on n'entend pas les vibrations d'un pendule qu'on

voit néanmoins aller & revenir. Ce ſont-là encore une fois, mon cher Chevalier, des queſtions ſur leſquelles il n'y a pas deux ſentimens en Phyſique, & ſur leſquelles par conſéquent je n'ai aucune conciliation à faire entre Deſcartes & Newton. Je me contenterai donc de vous dire que ſi vous voulez jamais parler du ſon en Phyſicien, vous devez le conſidérer dans l'organe qui le reçoit, dans le corps ſonore qui le produit, & dans le milieu qui le tranſmet. Je ſuis, &c.

LETTRE QUATRIÉME.

Explication phyſique des Météores aëriens, aqueux, & ignées. Manière dont il faut expliquer l'arc-en-ciel. Cauſes accidentelles de la chaleur & du froid.

NOus ſommes convenus, mon cher Chevalier, que nous ne répéterions pas dans ce dernier volume ce que nous aurions établi comme vrai dans quelqu'un

des deux volumes précédens. Je ſuppoſerai donc dans cette lettre, que vous avez préſent à l'eſprit le Mémoire que je vous envoyai autrefois ſur le Traité des Météores compoſé par Deſcartes en l'année 1637 (*a*). Deſcartes y parle très-bien des Météores aëriens, ou des vents. Je penſe comme lui que la dilatation des vapeurs & de l'air, occaſionnée par l'action du Soleil, doit être regardée comme la cauſe la plus générale des vents. Je crois auſſi que l'attraction y entre pour quelque choſe. Je m'explique; cette aſſertion a beſoin d'explication.

Le Soleil & la Lune mettent dans un très-grand mouvement les eaux de l'Océan par le flux & le reflux que ces deux Aſtres y excitent (*b*); ce mouvement de flux & de reflux eſt encore plus ſenſible dans l'athmoſphére terreſtre dont les parties ſont plus faciles à remuer, que les eaux de l'Océan, & dont les dernières couches ſont

(*a*) Tome I. de cet Ouvrage, pag. 30.
(*b*) Tome II. de cet Ouvrage, pag. 207.

beaucoup plus près de la Lune que ces mêmes eaux ; donc l'athmoſphére terreſtre doit être continuellement dans une très-grande agitation. Mais c'eſt l'attraction qui en eſt la cauſe ; donc l'attraction doit être regardée comme une des cauſes des vents. Voilà, mon cher Chevalier, une explication des Météores aëriens que je puis appeller *Newto-Cartéſienne* ; de deux cauſes que je vous ai apportées, l'une m'a été fournie par Deſcartes, & l'autre par Newton.

Il n'en ſera pas ainſi des Météores aqueux ; Newton n'a rien écrit ſur cette matière ; Deſcartes au contraire n'a dit que des choſes ingénieuſes, raiſonnables & au moins poſſibles [*a*] ; il vous ſera permis de le ſuivre, lorſque vous voudrez expliquer la formation de *Nues*, de la *Neige*, de la *Pluye*, de la *Grêle* & du *Serein*.

Son explication des Météores ignées a de très-bonnes choſes [*b*] ; ajoutez-y, pour la rendre parfaite, les nouveaux Principes

(*a*) Tome I. de cet Ouvrage, pag. 41.

(*b*) Tome I. de cet Ouvrage, pag. 46.

que nous a fourni la Machine électrique ; je vous les ai expliqués, en vous rendant compte des penſées des Deſcartes ſur les cauſes des Éclairs & des Tonnerres.

Il en eſt à peu près de même de ſon explication de l'arc-en-ciel [*a*] ; ajoutez à ce qu'il y a de bon dans celle de Deſcartes les nouvelles découvertes de Newton [*b*] ; & vous ſerez ſûr d'être applaudi de tout le monde.

Pour les cauſes accidentelles de la chaleur & du froid qui ſe trouvent dans l'athmoſphére terreſtre, il ne vous ſera pas difficile d'en faire l'énumération. Rappellez-vous ce que vous a dit Deſcartes [*c*], en vous parlant de certains vents dont les uns ſont toujours froids, & les autres toujours chauds. Si les premiers regnent dans telle Ville, & les ſeconds dans telle autre ; vous pourrez conclure que la température de l'air n'y eſt pas la même, fuſſent-elles

(*a*) Même Tome pag. 54.
(*b*) Tome II. de cet Ouvrage, pag. 40.
(*c*) Tome I. de cet Ouvrage, pag. 39.

ſous le même degré de latitude, c'eſt-à-dire, reçuſſent-elles les rayons ſolaires de la même manière. L'Hyver, par-exemple, eſt pour l'ordinaire plus rude à Avignon, que dans la Provence, parce que cette Ville eſt expoſée à un vent du Nord preſque continuel. S'il fait plus chaud à Rome, qu'à Pekin, c'eſt que l'athmoſphére de la derniére de ces deux villes eſt chargée de corpuſcules nitreux, très-propres de leur nature à retarder le mouvement de la matière ignée, que vous ſçavez être l'unique cauſe de la chaleur.

Je ne vois pas, mon cher Chevalier, ce que l'on peut indiquer de plus dans le plan de la premiére partie de la Phyſique terreſtre. En tout cas je ſuis tranquille ſur mes omiſſions; je ſçais que vous pouvez y ſuppléer. J'attens une de vos lettres, en attendant je ſuis, &c.

RÉPONSE

Aux quatre Lettres précédentes.

S'Il y a des omiſſions dans la première partie de votre Phyſique terreſtre, elles ſont bien légères, Monſieur. Il me paroit cependant que, dans votre troiſième lettre, vous auriez pû nous faire remarquer que l'air eſt le véhicule, non ſeulement du ſon direct, mais encore du ſon réfléchi. Vous auriez pû ajouter que, lorſque le ſon réfléchi ne vient à nos oreilles qu'aprés le ſon direct, il forme les écho qui, pris matériellement, conſiſtent dans des corps très-polis, capables de réfléchir l'air agité d'un mouvement de *trémouſſement* & de *frémiſſement*. Lorſque le corps réfléchiſſant n'eſt pas éloigné de nous, alors le ſon réfléchi ne fait que renforcer le ſon direct, avec lequel il ſe rend en même tems à l'organe de l'oüie.

Dans votre quatrième lettre vous n'avez

rien dit de la *Roſée*, des *Parélies*, des *Parafélénes* & des *Halo*. Vous auriez dû nous avertir que les trois premiers Météores étoient expliqués dans la vie littéraire de Deſcartes (*a*), & le quatrième dans celle de Newton (*b*). Mais encore une fois ce ſont-là des omiſſions bien légères ; je ne les aurois pas ſûrement relevées, ſi vous ne m'aviez pas ordonné de vous écrire. Je ſuis, &c.

(*a*) Tome I. de cet Ouvrage, pag. 46 & 64.
(*b*) Tome II. de cet Ouvrage, pag. 69 & ſuiv.

LETTRE CINQUIÉME.

Figure de la Terre. Rapport de l'axe de la Terre au diamètre de l'équateur. Expérience de M. Richer faite en Cayenne. Conſéquence que l'on doit tirer de cette expérience. Obſervation par laquelle on démontre quelle eſt la veritable figure de la Terre. Comment la Terre a-t-elle pû ſe changer de ſphérique en ſphéroïde ? Expérience qui rend ſenſible cette vérité.

C'Eſt par l'examen de la figure de la Terre, mon cher Chevalier, que je dois commencer cette ſeconde Partie de la Phyſique terreſtre. Je vous ai déja fait remarquer dans la vie littéraire de Newton (*) que ce Phyſicien avoit démontré par les loix des forces centrales que le globe que nous habitons, étoit un ſphéroïde applati vers les pôles, & élevé vers ſon équateur ; & que l'axe de ce globe : au diamé-

(*) Tome II. de cet Ouvrage, pag. 359.

tre de ſon équateur : : 229 : 230 ; ce qui donne 12 à 13 lieuës au diamétre de l'équateur ſur l'axe de la Terre. En effet 229 : 230 : : 2866 : 2878 $\frac{118}{229}$. Mais 2866 lieuës repréſentent la longueur de l'axe de la Terre ; donc 2878 lieuës & $\frac{118}{229}$ repréſenteront la longueur du diamétre de l'équateur terreſtre ; donc ce diamétre a 12 à 13 lieuës de plus, que l'axe de la Terre.

Lorſqu'on veut prouver, mon cher Chevalier, que la Terre a la figure dont je viens de vous faire la deſcription, l'on a coutume de faire mention de l'expérience que fit M. Richer en Cayenne, en l'année 1672. Vous ſçavez que cette Iſle eſt ſituée à peu près au 5e degré de latitude, & qu'elle eſt par conſéquent très-près de l'équateur. Voici l'expérience en queſtion. M. Richer partit de Paris avec un excellent Pendule à ſecondes. Arrivé en Cayenne, il s'apperçut que ce Pendule retardoit conſidérablement, c'eſt-à-dire, qu'il décrivoit ſon arc beaucoup plus lentement qu'à Paris. Il conclut de-là que la gravité des corps

diminuoit, à meſure qu'ils s'approchoient de l'équateur. Rien n'eſt plus direct que cette conſéquence. Tout le jeu du Pendule dépend de ſa gravité. S'il tombe, c'eſt ſa peſanteur qui le porte dans la ligne de direction des corps graves ; & s'il remonte à un point auſſi haut que celui d'où il eſt deſcendu, c'eſt aux degrés d'accélération que lui a communiqués la force centripéte, qu'il doit ce mouvement ; donc le Pendule de M. Richer n'a décrit le même arc plus lentement en Cayenne, qu'à Paris, que parce que ſa gravité a diminué dans un Païs plus près de l'équateur de 44 degrés, que la capitale de la France.

Ceux qui ont voulu prouver, par l'obſervation de M. Richer, que la Terre eſt un ſphéroïde applati vers les pôles & élevé vers l'équateur, ne me paroiſſent pas avoir apporté une preuve bien concluante de ce fait. La Terre fut-elle une ſphére parfaite, un corps ſeroit moins grave ſous l'équateur céleſte, que par tout ailleurs, pourquoi ? Parce que la Terre, ſuppoſée auſſi parfaite-

ment ſphérique que vous le voudrez, ne peut pas tourner chaque jour ſur ſon axe d'Occident en Orient, ſans que tous les corps qui ſont placés ſur ſa ſurface, n'ayent le même mouvement ; donc un corps qui ſe trouve ſous l'équateur céleſte, parcourt tous les jours l'équateur terreſtre, c'eſt-à-dire, un cercle d'environ neuf mille lieuës de circuit, tandiſque les corps qui ſont hors de l'équateur, en parcourent un d'autant moindre, qu'ils ſont plus près des pôles ; donc les corps placés ſous l'équateur céleſte ont beaucoup plus de force centrifuge, que tous les autres. Mais une augmentation de force centrifuge annonce toujours une diminution de force centripéte ; donc les corps qui ſont ſous l'équateur céleſte, ont moins de force centripéte que les autres ; donc la gravité des corps va toujours en diminuant, à meſure qu'ils s'approchent de l'équateur ; donc l'obſervation de M. Richer ne prouve pas que la Terre ſoit un ſphéroïde applati vers les pôles & élevé vers l'équateur ; elle prouve ſeule-

ment que la Terre tourne chaque jour ſur ſon axe d'Occident en Orient, & que tous les corps qui ſe trouvent ſur la ſurface de la Terre, tournent avec elle en parcourant, ou l'équateur terreſtre qui a environ neuf mille lieuës de circuit, ou des cercles paralléles à ce même équateur, comme les Tropiques, les polaires terreſtres, &c. qui ſont d'autant plus petits, qu'ils ſont plus près du pôle boréal, ou du pôle méridional.

Quelle eſt donc l'obſervation qui prouve comme 2 & 2 font 4, que la Terre eſt un ſphéroïde applati vers les pôles & élevé vers l'équateur ? La voici. En l'année 1734. partirent par l'ordre & aux frais de Louis XV, pour le Nord M. M. de Maupertuis, Clairaut, le Camus, le Monnier, l'Abbé Outhier & Celſius ; & pour le Pérou M.M. Bouguer, de la Condamine & Godin. Des opérations que ces ſçavans Mathématiciens ont faites dans ces deux parties du monde, il réſulte que le degré du Méridien terreſtre eſt plus grand d'environ 1000 toi-

ſes du côté des pôles, que du côté de l'équateur, c'eſt-à-dire, qu'il faut faire environ 1000 toiſes de plus du côté des pôles, que du côté de l'équateur, pour que l'élévation de l'Etoile polaire change d'un degré par rapport à un même obſervateur; donc la Terre eſt un ſphéroïde applati vers les pôles, & élevé vers l'équateur. Cette conſéquence ne paroitra pas directe à toute ſorte de perſonnes; je vais tâcher de la rendre ſenſible à ceux-là même qui n'auroient pas de grandes avances en Phyſique. Le mouvement par lequel l'Etoile polaire s'éléve, ou s'abbaiſſe par rapport à un homme qui s'approche, ou qui s'éloigne du pôle de la Terre, eſt un mouvement purement optique. Nous ne pouvons pas voyager ſur une ſurface convexe, ſans que les rayons viſuels dirigés vers l'Etoile polaire, ne perdent leur paralléliſme; & ces rayons viſuels ne peuvent pas perdre leur paralléliſme, ſans nous repréſenter l'Etoile polaire tantôt plus, tantôt moins élevée ſur notre horizon. Si la Terre étoit parfaitement ſphérique,

il faudroit faire autant de chemin du côté des pôles, que du côté de l'équateur, pour que l'Etoile polaire changeât d'un degré; puiſque la courbure de notre globe ſeroit par tout exactement la même. Si la Terre étoit parfaitement platte, quelque chemin que nous fiſſions ſur ſa ſurface, l'Etoile polaire ne nous paroitroit pas changer de place. Donc s'il nous faut faire plus de chemin du côté des pôles, que du côté de l'équateur, pour que l'Etoile polaire change d'un degré, la Terre eſt évidemment plus platte du côté des pôles, que du côté de l'équateur. Mais il eſt maintenant décidé qu'il nous faut faire 1000 toiſes de plus du côté des pôles, que du côté de l'équateur, pour que l'Etoile polaire change d'un degré; donc il eſt décidé que la Terre eſt un ſphéroïde applati vers les pôles, & élevé vers l'équateur.

M. l'Abbé Nollet que vous ſçavez être fait, mon cher Chevalier, pour rendre ſenſibles les points de Phyſique les plus difficiles à ſaiſir, explique ainſi comment la

Terre a dû ſe changer, de ſphérique qu'elle a été d'abord, en ſphéroïde applati vers les pôles & élevé vers l'équateur. Repréſentez-vous, *dit-il (a)*, la Terre au moment de la création, compoſée de parties également peſantes vers un centre quelconque, & aſſez fluides pour s'arranger en conſéquence de cette peſanteur; il eſt certain que tous ſes rayons, pour être en équilibre, doivent être de même longueur, & que toutes leurs extrémités ſeront rangées dans la circonférence d'un cercle.

Mais ſi la Terre a reçu, au moment de ſa création, un mouvement de rotation ſur ſon axe, comme elle l'a reçu en effet, l'équilibre n'a pas pu ſubſiſter entre des rayons égaux : car alors la force centrifuge a détruit une partie de la peſanteur, & cette diminution a toujours été en augmentant du pôle à l'équateur, comme j'ai déja eu occaſion de vous le faire remarquer. La matière qui compoſe notre globe, a donc dû, pour être en équilibre avec elle-même, s'é-

(*a*) Leçons phyſiques Tome II. pag. 150 & ſuiv.

lever de plus en plus depuis les pôles juſqu'à l'équateur, & former un ſphéroïde élevé vers l'équateur & applati vers les pôles.

Pour rendre ſon raiſonnement encore plus ſenſible, M. l'Abbé Nollet remplit de paille d'avoine un ſac de cuir de mouton, compoſé de 12 fuſeaux ſemblables aux imprimés dont on couvre les globes qui repréſentent le Ciel, ou la Terre. Il garnit à ſes deux pôles cette eſpèce de ſphère flexible, de deux morceaux de bois percés qui gliſſoient ſur un axe de fer quarré, dont les deux extrémités étoient arrondies comme 2 pivots. Il imprima à ce globe un mouvement de rotation. Ce mouvement lui fit perdre en peu de tems la figure ſphérique, pour lui faire prendre celle d'un ſphéroïde qui parut ſenſiblement applati vers les pôles, & élevé à l'équateur. Appliquez à la Terre le réſultat de cette expérience; & vous ſerez convaincu qu'il n'eſt rien de plus conforme aux loix de la Méchanique, que la figure que nous venons de lui donner. Je ſuis, &c.

LETTRE SIXIÉME.

Loix d'hydroſtatique qu'obſervent les fluides homogènes & hétérogènes qui ſe trouvent dans des tubes communiquans. Flux & reflux de la Mer. Origine de Fontaines.

TOutes les fois qu'un Phyſicien a à parler des eaux, il doit, mon cher Chevalier, partir de ce Principe que *des fluides qui ſe trouvent dans des tubes communiquants, tendent toujours à ſe mettre en équilibre, & s'y mettent en effet, lorſqu'il n'y a pas des obſtacles capables d'empêcher que cette loi de Méchanique n'ait ſon effet plein & entier.* C'eſt en vertu de cette loi que l'eau parfaitement homogéne garde un parfait niveau dans deux tubes communiquants, quelque grand que ſoit le premier, & quelque petit que ſoit le ſecond; je n'excepte de cette régle que les tubes capillaires, c'eſt-à-dire, les tubes dont le diamètre eſt à peu près ſemblable à celui d'un cheveu.

Qu'on faſſe communiquer, par exemple, un tube de 4 pouces avec un tube d'un pouce de diamétre; ce ne ſera pas ſeulement l'expérience, ce ſera la raiſon qui m'apprendra que l'eau du petit tube doit être en équilibre avec l'eau du grand tube. En effet ces deux quantités d'eau doivent être en équilibre, ſi elles ont égale force; mais elles ont égale force; en voici la preuve. La force eſt le produit de la Maſſe & de la viteſſe actuelle ou diſpoſitive; donc deux quantités qui ont leurs maſſes préciſément en raiſon inverſe de leurs viteſſes diſpoſitives, ont égale force. Mais les deux quantités d'eau dont il s'agit, ont leurs maſſes préciſément en raiſon inverſe de leurs viteſſes diſpoſitives, c'eſt-à-dire, autant que l'eau contenue dans le tube de 4 pouces de diamétre, l'emporte en maſſe ſur l'eau contenue dans le tube d'un pouce de diamétre; autant la viteſſe diſpoſitive de celle-ci l'emporte ſur la viteſſe diſpoſitive de celle-là. Pour vous en convaincre, inclinez le grand tube, & obligez une partie de

l'eau qu'il contient à paſſer dans le petit; vous verrez que tandiſque l'eau, tirée de ſon état d'équilibre, s'abbaiſſera d'une très-petite quantité dans le grand tube, elle s'élévera d'une quantité très-conſidérable dans le petit; vous éprouverez même que l'abbaiſſement de l'eau contenue dans le grand tube: à l'élévation de l'eau contenue dans le petit:: la maſſe de l'eau qui s'éléve: à la maſſe de l'eau qui s'abbaiſſe. Mais l'abbaiſſement & l'élévation de ces deux quantités d'eau marquent leur viteſſe; donc ces deux quantités d'eau ont leurs maſſes en raiſon inverſe de leurs viteſſes; donc elles ont égale force; donc elles doivent être en équilibre; donc dans deux tubes communiquants de différente capacité, une eau parfaitement homogéne doit garder un parfait niveau.

Pour les fluides hétérogénes, ou de différente denſité, ils ſe mettent auſſi bien en équilibre, que les fluides homogénes, lorſqu'ils ſe trouvent dans deux tubes communiquants; mais ils ne ſe mettent jamais de

niveau, ou, pour mieux dire, c'eſt parce qu'ils ſont dans l'équilibre le plus exact, qu'on ne les voit jamais de niveau. Dans ces ſortes d'occaſions la hauteur du fluide le moins denſe, l'emporte autant ſur la hauteur du fluide le plus denſe, que la denſité de celui-ci l'emporte ſur la denſité de celui-là. Vous en voyez la raiſon, mon cher Chevalier; plus un fluide eſt denſe, & plus il contient de matière; donc, le mercure étant 13 fois plus denſe que l'eau, un pied cubique de mercure doit contenir 13 fois plus de matière qu'un pied cubique d'eau; donc un pied cubique de mercure doit contenir autant de matière, que 13 pieds cubiques d'eau; donc, à viteſſe égale, un pied cubique de mercure doit ſe mettre en équilibre avec 13 pieds cubiques d'eau. Auſſi dans deux tubes communiquants égaux voit-on tous les jours l'eau s'élever 13 fois plus, que le mercure. Appliquez cette régle au Barométre, & vous ne ſerez pas ſurpris d'y voir en équilibre une colonne d'air de la hauteur de l'athmoſphére terreſ-

tre avec une colonne de mercure de 27 à 28 pouces de hauteur. Je vous expliquerai dans la lettre ſuivante pourquoi les tubes capillaires ſont exceptés des régles que je viens de vous donner. Venons-en aux eaux qui ſe trouvent ſur la ſurface de la Terre.

Parmi ces eaux les unes ſont ſalées, & les autres douces. Celles-là forment les mers, & celles-ci les fleuves, les rivières & les fontaines. Les eaux ſalées préſentent le grand phénoméne du flux & du reflux. Je vous avertis, mon cher Chevalier, que je ſuis parfaitement Newtonien en cette matière. Je vous renvoye à la vie littéraire de Newton (*a*), où j'ai traité cette fameuſe queſtion avec toute l'étendue & tout le ſoin dont j'ai été capable. Pour ce qui regarde les eaux douces, ou, comme parlent les Phyſiciens, pour ce qui regarde l'origine des fontaines, je vous avouerai que je ne ſuis pas éloigné du ſentiment de Deſcartes; je vous l'ai expoſé dans ſa vie littéraire

(*a*) Tome II. de cet Ouvrage, pag. 107.

faire (*a*). Je voudrois cependant y faire les corrections que je vous ai indiquées à cette occasion (*b*). Vous y aurez égard, si vous le jugez à propos; si non, vous les rejetterez. Je n'en ferai pas moins toute ma vie, &c.

LETTRE SEPTIÉME.

Divers phénomènes que présentent les tuyaux capillaires. Insuffisance du système Newtonien pour les expliquer. Explication tout-à-fait conforme aux Principes Cartésiens. Objections contre cette explication. Réponses à ces objections.

EXpliquer le méchanisme des tuyaux capillaires, c'est expliquer, mon cher Chevalier, un point de physique qui a un rapport essentiel avec la plûpart des effets de la nature. Permettez-moi d'entrer ici dans une énumération qui ne sera pas déplacée. Si dans le corps humain le chile s'élève des

(*a*) Tome I. de cet Ouvrage, pag. 255.
(*b*) Même Tome, pag. 266.

veines lactées jusques au cœur ; si dans les arbres la séve monte depuis la racine jusqu'aux extrémités des plus hautes branches ; si du sein des montagnes les eaux souterreines fourniſſent des ſources abondantes à des ſommets qui vont ſe perdre dans les nûes ; ſi dans l'athmoſphére terreſtre nous voyons les vapeurs & les exhalaiſons s'éloigner, malgré leur gravité, de pluſieurs lieuës de la ſurface de la Terre &c. ; c'eſt principalement aux tuyaux capillaires que nous devons attribuer tous ces prodiges. Auſſi de tout tems les Phyſiciens ont-ils fait les plus grands efforts pour parler ſur cette matière d'une manière raiſonnable.

Dans ces derniers tems, les Newtoniens n'ont pas manqué de recourir à une loi d'attraction en raiſon inverſe des cubes des diſtances. Plongez dans l'eau, *diſent-ils*, un tuyau capillaire de verre ; vous verrez l'eau s'y élever auſſi-tôt au-deſſus du niveau. Plongez enſuite le même tuyau dans le mercure ; cette liqueur n'y montera que très-difficilement ; & vous la verrez conſtam-

ment s'arrêter au-dessous du niveau de la surface qui environne le tube. Vous aurez le même effet dans un siphon composé de deux branches l'une capillaire, & l'autre non capillaire; l'eau s'élévera toujours plus haut, & le mercure toujours plus bas dans la première que dans la seconde. Voilà des faits; & voici comment les explique un Newtonien d'un vrai mérite (*a*). Le verre est plus dense que l'eau, & moins dense que le mercure; & l'attraction se fait en raison directe des masses, ou de la quantité de matière; donc le verre attire plus les particules d'eau qu'elles ne s'attirent entre-elles, & le contraire arrive dans le mercure; donc dans un tube capillaire de verre l'eau doit aller au-dessus, & le mercure au-dessous du niveau.

La première objection, qui se présente contre cette explication, est celle-ci. Dans 2 tubes communiquants de verre, non capillaires à la vérité, mais notablement différens, par exemple, dans 2 tubes dont

(*a*) Institutions Newtoniennes par M. l'Abbé Sygorgne, pag. 429.

l'un auroit 1000 pouces, & l'autre 1 pouce de diamétre, le verre seroit plus denſe, que l'eau, & moins denſe que le mercure; donc dans ces 2 tubes les fluides ne devroient pas garder un parfait niveau; ce que nous ne voyons jamais arriver.

Mais nous avons des objections bien plus fortes, des faits encore plus frappants qui dépoſent contre cette manière d'expliquer le méchaniſme des tuyaux capillaires. Ils ſont tirés d'une excellente diſſertation que donna ſur cette matière, en l'année 1754, le P. Gerdil, Barnabite. Je m'attachè aux principaux.

Si l'aſcenſion de l'eau & la deſcente du mercure dans un tuyau capillaire de verre, *dit-il*, procédent de la ſupériorité de l'attraction du verre ſur celle de l'eau, & de l'attraction du mercure ſur celle du verre; il n'y aura qu'à plonger dans le mercure un tuyau, dont l'intenſité de l'attraction ſoit plus grande que celle du mercure, & alors on verra ce fluide monter dans ce tuyau, comme l'eau monte dans le verre.

Le P. Gerdil fit donc faire deux tuyaux capillaires d'or, l'un d'une demie, l'autre d'un tiers de ligne de diamétre. Il les enfonça dans le mercure, juſqu'à ce que leur orifice ſupérieur fut preſque de niveau avec la ſurface de la liqueur. Il les tint fort long-tems dans cette ſituation, attendant toujours que le mercure montant par le tuyau, vint ſe préſenter à ſon orifice ſupérieur; mais il s'arrêta conſidérablement au-deſſous, & plus bas dans le tuyau plus étroit; ce qu'il reconnut en introduiſant un fil d'archal délié pour en meſurer la différence.

Cependant, *continue le P. Gerdil*, la denſité de l'or eſt à la denſité du mercure, à peu près dans la raiſon de 19 à 14; donc ſi l'eau monte avec beaucoup de viteſſe dans un tube de verre, par un effet de la ſupériorité de l'attraction du verre ſur celle de l'eau; ſi par cette raiſon elle monte d'autant plus haut, que le tube eſt plus étroit; le mercure devroit auſſi monter de lui-même dans un tuyau capillaire d'or,

en vertu de la plus grande intenſité de l'attraction de l'or ; y monter avec une viteſſe proportionnelle à l'excès de cette intenſité, c'eſt-à-dire, quatre ou cinq fois ſeulement environ moindre que celle de l'eau ; & enfin monter d'autant plus haut que le tuyau ſeroit plus étroit. Ce ſont-là des conſéquences du Principe de l'attraction. Or l'expérience nous apprend que cela n'arrive pas ; donc l'expérience nous apprend que l'attraction n'a point de part aux effets des tuyaux capillaires.

Ces deux faits devroient ſuffire pour détromper ces Newtoniens outrés qui s'imaginent voir par-tout des marques d'attraction. Le raiſonnement ſuivant a fait cependant plus d'impreſſion ſur mon eſprit ; le voici. C'eſt une folie en Phyſique d'en venir à des loix générales pour expliquer un effet quelconque, lorſqu'il n'eſt pas démontré que cet effet ne dépend d'aucune cauſe ſeconde, immédiate & méchanique ; or il n'eſt pas démontré que les phénoménes des tuyaux capillaires ne dépendent

d'aucune cauſe ſeconde, immédiate & mécanique. La preuve en ſera tirée de l'explication ſuivante. Je ſuis sûr, mon cher Chevalier, que vous ne la rejetterez pas ; elle eſt toute Cartéſienne.

1°. Dans un même tuyau capillaire différens fluides s'y élévent d'autant plus, ou d'autant moins, qu'ils ont plus ou moins de viſcoſité. Ce que je vous ai déjà dit du mercure qui dans un tuyau capillaire n'atteint pas même le niveau, devroit ſuffire pour établir ce principe. J'ai cependant à vous rapporter une expérience pour le moins auſſi déciſive. J'ai plongé le même tuyau capillaire, à égale profondeur, tantôt dans l'eau, & tantôt dans l'eſprit de vin ; & j'ai toujours éprouvé que le dernier de ces deux fluides s'y élevoit ſenſiblement moins que le ſecond. Je ne crois pas que vous vous faſſiez une peine de m'avouer que les molécules qui compoſent l'eſprit de vin, ont moins de viſcoſité que celles qui compoſent l'eau. Donc dans un même tuyau capillaire différens

fluides s'y élévent d'autant plus, ou d'autant moins, qu'ils ont plus ou moins de viſcoſité.

2°. Les parois intérieures des tubes capillaires ſont hériſſées d'un nombre innombrable d'éminences, ou, comme parlent les Phyſiciens, d'*aſpérités*. Le P. Gerdil graiſſa avec de l'huile d'olive un ſiphon compoſé de 2 branches, l'une capillaire, & l'autre non capillaire. Il y verſa du mercure par la branche la plus large; la liqueur s'éleva beaucoup plus haut dans la branche capillaire, que lorſqu'il s'étoit ſervi du ſiphon net; peu s'en fallut même qu'elle n'atteignit le niveau. Il croit qu'elle y ſeroit parvenue, ſi le mercure, en montant, n'avoit en partie dégraiſſé le tube. Cette expérience prouve évidemment que les *aſpérités* du verre ont diſparu par le moyen de l'huile dont on l'a enduit. Elle prouve encore que ces *aſpérités* oppoſent un très grand obſtacle à l'aſcenſion des liqueurs qui ont peu, ou point de viſcoſité; car pour celles qui en ont beau-

coup, elles ſe ſervent de ces mêmes aſpérités, comme d'autant d'échelons, pour s'élever au deſſus de leur niveau. Mais ce ſont-là, mon cher Chevalier, de pures conditions; il nous faut une, ou pluſieurs cauſes phyſiques capables de produire une élévation qui paroit d'abord ſi oppoſée aux loix de la Méchanique; c'eſt-là ce que je vais chercher avec tout le ſoin dont je puis être capable.

Je prens un tube capillaire ouvert des deux côtés; j'enfonce une de ſes extrémités dans un gobelet rempli d'eau: je m'apperçois qu'à l'inſtant l'eau s'y inſinue, & qu'elle paſſe très ſenſiblement le niveau. Quelle cauſe ſe préſente d'abord à mon eſprit? L'air, *me dis-je à moi-même*, gravite très facilement ſur la ſurface de l'eau contenue dans le gobelet, vers le fond duquel il la preſſe avec toute la force que lui donnent ſon reſſort & ſa gravité; ce même air au contraire n'a preſque plus de force, lorſqu'il arrive à la ſurface de l'eau contenue dans le tube capillaire; il a été

exposé, avant que d'y arriver, aux frottemens les plus considérables ; donc l'eau doit beaucoup plus s'élever dans le tube capillaire, que dans le gobelet.

Ce qui me confirme dans ma conjecture, c'est que plus un tube est capillaire, & plus le fluide qu'on y introduit, s'y éléve. L'eau, par-exemple, s'élève une fois plus dans un tube d'une ligne, que dans un tube de 2 lignes de diamétre, ou, comme parlent les Phyficiens, l'aſcenſion d'un fluide quelconque dans différens tubes capillaires, eſt en raiſon inverſe des diamétres des tubes. Or l'air a une fois plus de peine à entrer dans un tube d'une ligne, que dans un tube de 2 lignes de diamétre ; donc c'eſt la preſſion inégale de deux colonnes d'air, dont l'une gravite ſur la ſurface de l'eau contenue dans le grand, & l'autre ſur la ſurface de l'eau contenue dans le petit tube, qu'il faut regarder comme la cauſe princpale des phénoménes embarraſſans que nous préſentent les tuyaux capillaires.

Je ſuis au fait, mon cher Chevalier,

de toutes les objections qu'on a proposées contre l'explication que je viens de vous apporter. Permettez-moi de vous présenter les principales ; je vous promets de ne pas les affoiblir : vous verrez si elles sont insolubles.

On dit d'abord que, dans ce système, le fluide devroit monter d'autant plus haut, que le tuyau capillaire seroit plus long. Voici comment on a coutume de proposer cette objection. L'on prend 2 tuyaux capillaires d'un égal diamétre & d'une longueur différente ; le premier a, par exemple, 2, & le second 8 pieds de longueur. On les enfonce également dans la même eau ; & l'on voit ce fluide s'élever à la même hauteur dans l'un & dans l'autre. Il paroit cependant que l'eau devroit monter plus haut dans le tube le plus long ; l'air y éprouve beaucoup plus de frottements, que dans le tube le plus court ; donc l'inégale pression de deux colonnes d'air n'est dans le fond qu'une cause imaginaire.

J'ai vû cette difficulté resſaiſſée dans beau-

coup de livres de Phyſique. Le P. Gerdil n'a pas oſé aſſurer que les liquides montaſſent plus haut dans les longs tuyaux capillaires, que dans ceux qui ſont courts ; il s'eſt contenté de l'inſinuer (*a*). C'eſt-là cependant l'unique réponſe qu'il faille apporter. Le fait que nous objectent les Attractionnaires, eſt abſolument faux.

Le fameux Muſchembroek qu'on n'accuſera pas d'être Anti-Newtonien, avoue (*b*) que *les liquides montent beaucoup plus haut dans les longs tuyaux capillaires, que dans ceux qui ſont courts.* Il n'eſt pas le ſeul que l'expérience ait forcé a faire un pareil aveu.

La ſeconde difficulté mérite une plus grande diſcuſſion. M. Sygorgne la propoſe en cette manière (*c*). Si l'air preſſoit moins la liqueur contenue dans le tube capillaire, que celle qui remplit le vaſe, où le tube eſt plongé, les choſes ne devroient pas ſe paſſer dans le récipient de la machine pneumati-

(*a*) Pag. 203.
(*b*) Eſſai de Phyſique, Tom. I. pag. 316.
(*c*) Inſtitutions Newtoniennes, pag. 417.

tique, exactement purgé d'air, comme dans l'air. Or l'expérience nous apprend le contraire ; les liqueurs ne montent ni plus, ni moins haut dans les tuyaux capillaires, sous le récipient de la machine de Boile, que dans l'air ; donc l'inégale preſſion de deux colonnes d'air ne peut pas ſervir à expliquer les phénoménes des tuyaux capillaires.

Cette difficulté eſt dans le fond plus effrayante que ſolide. S'il y avoit un vuide parfait dans le récipient de la machine pneumatique, je comprens qu'il ſeroit difficile, pour ne pas dire impoſſible, d'y répondre d'une manière ſatisfaiſante. Mais le mercure du barométre qui ſe ſoutient toujours à quelques lignes de hauteur dans le récipient le plus exactement purgé d'air ; les vibrations des corps ſonores qui ne font que s'affoiblir dans le même récipient, ſans ceſſer de faire ſur notre tympan une impreſſion très-ſenſible &c. ; tout cela nous prouve que, dans le vuide de Boile, il reſte deux colonnes d'un air raréfié, mais cependant grave & élaſtique, qui doivent,

au défaut de l'air groſſier, cauſer tous les phénoménes des tubes capillaires.

Vous me direz peut-être, mon cher Chevalier, que cet air raréfié doit s'inſinuer très-facilement dans le tuyau le plus capillaire que l'on puiſſe imaginer, & que par conſéquent la preſſion exercée ſur l'eau contenue dans le vaſe doit être exactement égale à la preſſion exercée ſur l'eau renfermée dans le tuyau.

Vous ne vous attendez pas ſurement à la réponſe que je vais vous donner. Je vous prie de ne pas la condamner, avant que de l'avoir examinée à tête repoſée. Oui, je ſuis perſuadé que l'air raréfié dans le récipient de la machine pneumatique, a encore plus de peine, que l'air ordinaire à pénétrer dans l'intérieur des tuyaux capillaires. Pourquoi ? parce que l'air raréfié eſt un fluide dont les parties, pour la plûpart rameuſes, occupent un plus grand eſpace, que celui qu'elles occupoient avant leur raréfaction ; donc la preſſion inégale de deux colonnes d'un air très-raréfié peut & doit avoir lieu dans le vuide de Boile.

M. L'Abbé Sygorgne fait encore grand fond sur la difficulté suivante. On a observé, *dit-il* (*), que le vin & l'esprit de vin, quoique plus légers que l'eau, s'élévent pourtant moins qu'elle, & que leurs hauteurs sont respectivement comme 7, 4 & 12, c'est-à-dire, que la hauteur de l'eau : à la hauteur de l'esprit de vin :: 12 : 4, & :: 12 : 7, lorsqu'il s'agit du vin. Or, *continue-t-il*, si l'ascension des liqueurs dans les tuyaux capillaires, venoit de l'inégale pression de l'athmosphére, il paroit que les liqueurs les plus légères devroient s'élever à des hauteurs plus grandes, & le mercure qui ne s'éléve jamais jusqu'au niveau, s'éléveroit nécessairement un peu au-dessus, si une inégale pression d'un fluide quelconque avoit lieu ici.

J'ai prévu cette difficulté, mon cher Chevalier, avant que de vous parler de pression inégale. Je vous ai fait remarquer, après avoir réfuté le systéme des Attractionnaires, que les parois intérieures des tuyaux

(*) Institutions Newtoniennes, pag. 419.

capillaires étoient hériſſées d'un nombre innombrable d'*aſperités* qui étoient pour les fluides viſqueux, comme autant d'échelons, à l'aide deſquels on les voyoit s'élever au deſſus du niveau, & qui ſe changeoient en véritables obſtacles pour les fluides non viſqueux. Je vous ai encore fait remarquer que l'eſprit de vin avoit moins de viſcoſité que l'eau ; donc l'eſprit de vin doit moins s'élever que l'eau dans les tubes capillaires.

Au reſte la viſcoſité dont je parle, ne doit être ni trop grande, ni trop petite. Si le fluide étoit trop viſqueux, ſes molécules auroient trop de peine à ſe détacher des échelons inférieurs, pour paſſer aux échelons ſupérieurs ; s'il ne l'étoit pas aſſez, ſes molécules ne pourroient s'accrocher à aucun des échelons, qui oppoſeroient par-là même un obſtacle très-réel à leur aſcenſion dans l'intérieur des tuyaux capillaires. Auſſi, dans ces ſortes de tubes, le mercure, le moins viſqueux & le plus peſant de tous les fluides, demeure-t-il bien au-deſſous du niveau ; & l'huile qui forme un fluide très-

léger, mais trop visqueux, n'est pas celui qui s'y éléve le plus. M. Carré a observé que dans un tube d'un $\frac{1}{3}$ de ligne de diamétre & de 12 pouces $\frac{1}{2}$ de long, où l'eau ordinaire passoit le niveau de 10 lignes, l'huile d'olive ne le passoit, que de 5 (*). Voici la Table qu'il a dressée ; elle renferme les principales observations qu'il a faites sur les tuyaux capillaires.

L'eau	10 lignes.
La lessive de sel de Tartre	6 lignes.
L'huile d'Olive	5 lignes.
L'huile de térébenthine . .	4 lignes.
L'esprit de nitre	4 lignes.
Le Brandevin	3 lign. $\frac{1}{2}$

M. Muschembroek en a dressé une un peu plus ample. Il nous raconte (*a*) qu'il fit du verre jaune avec de la mine & du cailloux ; qu'il en souffla des tuyaux capillaires, & qu'il fit les expériences suivantes

(*) Essai de Physique de Muschembroek, Tom. I. pag. 330.

(*a*) Même Tome & même page.

avec un de ces tuyaux dont la longueur étoit de 7 pouces, & le diamétre $\frac{1}{50}$ de pouce.

L'eau monta à 13 lignes $\frac{1}{2}$.

L'urine d'homme récente à 13.

L'eſprit de ſel ammoniac à 12.

L'eſprit de ſel marin à 9.

L'huile de vitriol à $8\frac{1}{2}$.

Le vin rouge à $8\frac{1}{2}$.

L'huile de térébenthine à 7.

L'alkool à 6.

La leſſive de ſel de tartre à 5.

M. l'Abbé Sygorgne oppoſe encore aux Défenſeurs du ſentiment de l'inégale preſſion une expérience de M. Bulfinger (*). La voici. Ce Phyſicien allongea en tube capillaire la cuvette d'un barométre. Le vif argent ſe tint dans le tube à la hauteur ordinaire, & il ſuivit dans la ſuite, comme les autres barométres, toutes les variations de l'athmoſphére. M. Sygorgne conclut de-là que l'air pénétre auſſi facilement dans l'intérieur des tubes capillaires, que

(*) Inſtitutions Newtoniennes, pag. 420.

dans l'intérieur des tubes ordinaires, & que l'inégale preſſion eſt une pure imagination.

Perſonne ne fait plus de cas que moi des *Inſtitutions Newtoniennes* de M. Sygorgne. Je les regarde comme un des ouvrages qui ont le plus ſervi à inſpirer aux François le goût de la Phyſique ſçavante. Son Auteur cependant me permettra bien de lui dire que l'expérience de M. Bulfinger fait plutôt pour, que contre le ſentiment de l'inégale preſſion. En effet l'inſtant après que M. Bulfinger eût allongé en tube capillaire la cuvette de ſon barométre, l'air qu'elle contenoit, ſe trouva dans un parfait équilibre avec l'air de l'athmoſphére, avec lequel il continua d'avoir une communication très-réelle, quoique par un canal très-étroit; donc ces deux fluides ont dû dans la ſuite ſe maintenir en équilibre; donc l'air contenu dans la cuvette a du participer peu à peu aux variations de l'athmoſphére; donc le mercure du barométre a du ſuivre les mêmes va-

riations. M. Bulfinger ne dit pas que le baromètre en queſtion les ait ſuivies auſſitôt que les baromètres ordinaires ; il s'en eſt bien gardé : il étoit incapable d'avancer une fauſſeté ; & voilà cependant ce qui auroit du arriver, s'il étoit vrai que l'air pénétrât auſſi facilement dans l'intérieur des tubes capillaires, que dans l'intérieur des tubes ordinaires. La lenteur avec laquelle un baromètre dont la cuvette a été allongée en tube capillaire, ſuit les variations de l'athmoſphère, me démontre évidemment que l'air pénètre beaucoup plus difficilement dans l'intérieur des tubes capillaires, que dans l'intérieur des tubes ordinaires.

Une expérience de Muſchembroek m'a plus embarraſſé, mon cher Chevalier, que toutes celles que je vous ai rapportées juſqu'à préſent. M. Sygorgne raconte (*) que ce Phyſicien laiſſa tomber une goute d'eau ſur la ſurface extérieure d'un tuyau capillaire ; que cette goute trop peſante

(*) Inſtitutions Newtoniennes, pag. 421.

pour être ſoutenue, deſcendit tout le long du tube, & parvint enfin à ſon orifice ; qu'alors elle acquit un mouvement rétrograde, & qu'elle monta dans le tube avec beaucoup de vîteſſe. L'expérience eſt sûre. Je l'ai répétée 100 fois avec toute ſorte de tubes capillaires ; elle m'a toujours réuſſi. J'ai ſeulement remarqué qu'il n'entroit dans le tube qu'une très-petite partie de la goutte d'eau ; le reſte tombe à terre.

Je ne comprens pas comment un Attractionnaire oſe mettre en avant une pareille expérience. Elle prouve évidemment que l'attraction n'a aucune part au phénoméne dont il s'agit. En effet ſi l'attraction du verre a aſſez de force pour obliger la goute d'eau à rétrograder, & à monter dans l'intérieur du tube capillaire, pourquoi n'en a-t-elle pas aſſez pour la ſoutenir, & pour l'empêcher de deſcendre tout le long du tube ? Je ne vois pas ce qu'on peut répondre de raiſonnable à cette queſtion. Tâchons donc d'expliquer dans notre ſyſtéme l'expérience de Muſchembroek.

L'air renfermé dans l'intérieur du tube capillaire a beaucoup moins de force, que l'air extérieur ; donc l'eau qui s'insinue dans ce tube, doit avoir encore moins de peine à y entrer, qu'elle n'en auroit à diviſer l'air extérieur pour tomber à terre. Peut-être toute la goutte d'eau y entreroit-elle, ſi l'ouverture d'un tube de cette eſpèce n'étoit pas eſſentiellement très-étroite. Vous voyez que dans le ſyſtéme d'une inégale preſſion l'on ſe tire encore mieux d'affaire, que dans celui de l'attraction ; auſſi ne douté-je pas d'un moment que vous ne ſoyez très-empreſſé à l'embraſſer. Je connois votre penchant pour Deſcartes ; & je ſçais que vous ne parlez comme Newton, que lorſque ce Phyſicien vous a démontré qu'il avoit raiſon. Vous n'avez rien à craindre de pareil en cette occaſion ; le Phyſicien Anglois n'a parlé de ſa ſeconde eſpèce d'attraction que dans ſes Queſtions d'Optique, c'eſt-à-dire, dans une occaſion, où il a propoſé plutôt des doutes que des Aſſertions,

comme nous l'avons remarqué dans ſa vie littéraire *(a)*. Je ſuis &c.

LETTRE HUITIÉME.

Plan d'une Méchanique particulière. Principe général ſur lequel cette ſcience eſt fondée. Démonſtration de ce Principe. Remarque abſolument néceſſaire.

CE n'eſt pas toujours la forme, mon cher Chevalier, ce ſont ſouvent les choſes elles mêmes qui rendent inſipide la lecture de tout Cours de Philoſophie. C'eſt-là le grand écueil que je veux tâcher d'éviter, ſi je me rends jamais à l'invitation que vous avez la bonté de me faire, de donner au plutôt un pareil ouvrage au Public. Le plus ſur moyen que je puiſſe mettre en uſage, ce ſera d'expliquer avec toute la clarté dont je ſerai capable, la plupart des machines dont les hommes ont coutume de ſe ſervir. Qu'un Phyſicien ſoit

(*a*) Tome II. de cet Ouvrage, pag. 72 & ſuiv.

embarraſſé, lorſqu'on lui préſentera certaines Machines ou rares, ou extraordinaires, ou trop compliquées, on n'en ſera pas étonné; tout homme raiſonnable ſçait que l'étude de la Phyſique eſt l'étude de la vie entière, quelque longue qu'elle puiſſe être, & que ceux qui ſe ſont addonnés à cette Science les 20, les 30 années de ſuite, ſont obligés d'avouer que les choſes qu'ils ont encore à apprendre, ſont en bien plus grand nombre que celles dont ils s'imaginent être au fait. Mais qu'un jeune homme qui a fait un cours de Phyſique dans les formes, ſoit embarraſſé à la vûe des Machines uſuelles, telles que ſont les Balances, les Romaines, les Poulies mobiles & immobiles, le Cabeſtan, les Rouës ordinaires & dentées, le Coin, la Vis, le Plan incliné, &c. &c.; voilà ce qu'on ne lui pardonnera jamais; ce ſont-là des notions qu'on ne manque pas de donner dans les Écoles bien réglées. Voici donc le Plan de Méchanique particulière que doit ſe former tout homme qui ſe mêle d'enſeigner la Phyſique. 1°. Puiſque

1°. Puiſque la Méchanique particulière eſt la Science des Machines, & que les Machines n'ont été inventées que pour augmenter la force de la Puiſſance qu'on y applique, je voudrois qu'on fit bien remarquer, au commencement de la Méchanique, la différence qu'il y a entre la force d'une Puiſſance qui ſouleve un poids énorme avec le ſecours d'une bonne Machine, & la force de la même Puiſſance qui tenteroit de ſoulever ce poids ſans un tel ſecours. Un Maſſon, par-exemple, à l'aide d'une barre de fer à laquelle nous avons donné le nom de levier, remue preſque ſans peine une pierre de pluſieurs quintaux; en viendroit-il jamais à bout, s'il étoit obligé de la remuer avec les mains? Ce premier point de vûe inſpirera à tout Commençant un véritable deſir de faire les plus grands progrès dans une Science qui procure aux hommes les avantages les plus réels & les plus multipliés.

2°. Je voudrois qu'on fit enſuite remarquer que la Force étant le produit de la

masse par la vîtesse, la Méchanique ne peut arriver à son but, qu'en communiquant à la Puissance, ou à ce qui sert de Puissance beaucoup plus de vîtesse qu'au poids. C'est-là ce qu'elle fait. Dans une Romaine, par-exemple, le poids mobile sert de Puissance; ce que l'on attache au crochet sert de poids; & le clou autour duquel la Romaine se meut, s'appelle le point fixe, ou le point d'appui. Que prétend-on en éloignant dix fois plus du point d'appui la Puissance, que le poids? On prétend sans doute lui communiquer dix fois plus de vîtesse qu'au poids. Aussi un poids mobile de 10 livres, à 10 pouces du point d'appui, se trouve-t-il, par le moyen de cette machine, dans un parfait équilibre avec un poids immobile de 100 livres, éloigné d'un pouce du même point d'appui.

3°. Une chose qu'il ne faut pas manquer d'inculquer, c'est que plus une Puissance appliquée à une Machine, est éloignée du point d'appui, & plus elle a de vîtesse.

En effet qu'eſt-ce qu'un corps qui a 10 fois plus de vîteſſe qu'un autre? C'eſt un corps qui, dans un tems donné, parcourt dix fois plus d'eſpace qu'un autre. Donc ſi une Puiſſance éloignée de 10 pouces du point d'appui d'une Machine, parcourt, ou tend à parcourir dans le même tems 10 fois plus d'eſpace qu'un poids éloigné d'un ſeul pouce du même point d'appui, l'on a droit de conclure que, plus une Puiſſance eſt éloignée du point d'appui, & plus elle a de vîteſſe. Un ſimple coup d'œil jetté ſur la Romaine, nous convaincra de la néceſſité de ce Principe. Mettons encore, comme nous venons de le ſuppoſer, le poids mobile à 10 pouces, & le poids immobile à 1 pouce du point d'appui, & faiſons mouvoir les deux branches de la Romaine, l'une en haut, l'autre en bas; le poids mobile parcourra dans le même tems un arc 10 fois plus grand, que celui que parcourra le poids immobile; puiſque les arcs ſont comme leurs rayons, & que les rayons, ou les deux bras de la Romaine, ſont,

par hipothéſe, dans la raiſon de 10 à 1; donc plus une Puiſſance appliquée à une Machine, eſt éloignée du point d'appui, & plus elle a de vîteſſe.

4°. A ces notions générales doit ſuccéder l'examen le plus réfléchi du Levier. C'eſt la plus ſimple, mais en même tems la plus néceſſaire des Machines; ou plutôt de la connoiſſance du Levier dépend la connoiſſance de preſque toutes les Machines; il en eſt peu en effet que l'on ne puiſſe ranger dans la claſſe des Leviers. Le Levier eſt donc un baton, une barre ou de fer, ou de quelqu'autre matière ſemblable qu'on fait mouvoir autour d'un point quelconque que l'on appelle *point fixe*, ou *point d'appui*. Ce point fixe ſe trouve-t-il entre la puiſſance & le poids? Le Levier eſt de la première eſpèce. Le poids au contraire ſe trouve-t-il entre le point fixe & la puiſſance? Le Levier eſt de la ſeconde eſpèce. Enfin la puiſſance ſe trouve-t-elle entre le point fixe & le poids? Le levier eſt de la troiſième eſpèce. La Romaine dont je vous ai

déjà parlé, eſt évidemment un Levier de la première eſpèce; le point fixe, ou le clou autour duquel elle ſe meut, eſt placé entre le poids mobile qui ſert de Puiſſance, & la marchandiſe attachée au crochet, qui ſert de poids. Il en eſt de même de la Balance, des Ciſeaux, des Tenailles, de la Poulie immobile & d'une infinité d'autres Machines, dont il ne m'eſt pas permis de faire ici l'énumération. Le Couteau du Boulanger arrêté ſur une table, eſt un véritable Levier de la ſeconde eſpèce; le Poids, ou le pain que l'on coupe, ſe trouve entre la Puiſſance, ou la Main qui tient le manche du couteau, & le point d'appui, ou le fer autour du quel le Couteau tourne. Il en eſt de même des Rames des Batteliers; le poids, ou le Batteau eſt placé entre la Puiſſance qui le fait mouvoir, & le point d'appui qui n'eſt pas diſtingué du point de la rame qui frappe l'eau. Enfin ces petites pinces qu'on appelle *Badines*, forment un double Levier de la troiſième eſpèce; la puiſſance, ou la

Main eſt placée entre les charbons qu'on remue légèrement & qui ſervent de poids, & l'arc par lequel les deux branches communiquent, qui ſert de point d'appui.

5°. Mais, mon cher Chevalier, ce qu'il faut bien démontrer au commencement d'un Traité de Méchanique, c'eſt que deux poids appliqués à un levier ſont en équilibre, lorſqu'ils ont leurs maſſes en raiſon inverſe de leurs diſtances au point d'appui. Le poids A de 100 livres, par exemple, & le poids B de 10 livres, appliqués à un levier, ſeront en équilibre, ſi l'on peut faire la proportion ſuivante; la Maſſe du poids A: à la Maſſe du poids B:: la diſtance du poids B au point d'appui: à la diſtance du poids A au même point d'appui. En effet plaçons le poids A à un pied, & le poids B à 10 pieds du point d'appui d'un levier quelconque; l'on pourra faire alors évidemment la proportion dont je viens de parler; je dis que par-là même ces deux poids ſeront en équilibre. En voici la démonſtration en 2 mots.

Le poids A éloigné d'un pied du point d'appui, a 1 de viteſſe (*num.* 3) & 100 livres de maſſe, par hypothéſe ; donc il a 100 de force. Le poids B éloigné de 10 pieds du point d'appui, a 10 de viteſſe, (*num.* 3) & 10 de maſſe, par hypothéſe ; donc il a 100 de force ; donc ces deux poids ont force égale. Mais ils n'ont force égale, que parce qu'ils ont leurs maſſes en raiſon inverſe de leurs viteſſes ; & ils n'ont leurs maſſes en raiſon inverſe de leurs viteſſes, que parce qu'ils ont leurs maſſes en raiſon inverſe de leurs diſtances au point d'appui du levier auquel on les a appliqués ; donc deux poids appliqués à un levier ſont en équilibre, lorſqu'ils ont leurs maſſes en raiſon inverſe de leurs diſtances au point d'appui. C'eſt de ce Principe que ſont partis tous les Inventeurs de Machines ; & c'eſt ſur ce Principe que ſont fondées toutes les démonſtrations que l'on trouve dans tous les Traités de Méchanique. Je vous aſſure qu'il ne faut pas être grand Méchanicien, pour en tirer l'explica-

tion des Machines usuelles. Je suis réellement fâché qu'il ne me soit pas permis d'entrer ici dans une énumération qui, toute utile & toute agréable quelle pourroit être, seroit, à cause de sa longueur, un véritable hors d'œuvre dans un ouvrage, où je me suis proposé de donner de simples plans des différentes Parties de la Philosophie.

6°. A ce Principe que je viens d'établir, vous ne manquerez pas d'ajouter celui de l'équilibre des fluides, lorsqu'il s'agira de l'explication d'une Machine mixte qui appartiendra en même-tems à l'Hydrostatique & à la Méchanique ordinaire. Vous vous rappellerez alors que les fluides qui se trouvent dans les tubes communiquants, tendent continuellement à se mettre en équilibre, & que leur hauteur dans ces tubes est, ou la même, si les fluides sont homogénes, ou en raison inverse de leur densité, s'ils sont hétérogénes (*a*). L'explication d'une pompe qui soit en même tems aspirante & foulante, va mettre ma pensée

(*a*) Lettre 6e de ce livre 4e.

dans tout ſon jour. Vous me demandez pourquoi, par le moyen d'une pompe de cette eſpèce, l'eau s'élève à une hauteur prodigieuſe ? Je vous ferai remarquer pour toute réponſe que dans une pompe ſimplement aſpirante, l'action de l'air extérieur élève l'eau à 32 ou 33 pieds, & que dans une pompe ſimplement foulante l'eau s'élève d'autant plus haut, que la Puiſſance appliquée à un très-bon levier a plus de force ; donc dans une pompe qui ſe trouve en même-tems aſpirante & foulante l'eau doit, après quelque coups de piſton, s'élever à une hauteur prodigieuſe.

7°. Du Principe que je viens de poſer, mon cher Chevalier, il ſuit évidemment que ſi je prens un levier, & que je ſuſpende à ſes extrémités deux poids, l'un de 100, & l'autre de 50 livres ; ces deux poids ſeront en équilibre toutes les fois que la diſtance du ſecond au point d'appui ſera double de la diſtance du premier au même point d'appui. Cette conſéquence, toute directe qu'elle eſt, n'eſt cepen-

dant vraie que dans la théorie ; il y a dans la pratique bien des choſes à défalquer. Et pour ne vous parler dans cette lettre que du levier, n'eſt-il pas vrai que tout levier a un poids dont juſqu'à préſent nous avons été obligés de faire préciſion ? N'eſt-il pas encore vrai que tout levier a un centre de gravité, où tout ſon poids eſt comme raſſemblé ; ce centre de gravité dans un levier ordinaire ſe trouve à peu près au milieu ? Enfin n'eſt-il pas vrai que ſi je prens un levier de 6 pieds de long, & dont la maſſe péſe 12 livres, & que j'applique un poids de 100 livres à 2 pieds, & un poids de 50 livres à 4 pieds du point d'appui, n'eſt-il pas vrai, dis-je, que le poids de 100 livres aura à combattre, non-ſeulement contre un poids de 50 livres éloigné de 4 pieds du point d'appui, mais encore contre 12 livres qui étant comme réunies au centre de gravité du levier, forment un poids éloigné d'un pied du même point d'appui ? Toutes ces propoſitions ſont évidentes, & la conſéquence directe qu'il faut

en tirer, c'eſt que dans le cas propoſé il n'y aura point d'équilibre, à cauſe du centre de gravité du levier qui ſe trouve placé du côté du poids de 50 livres. Que faut-il donc faire dans cette occaſion ? Il faut former la proportion ſuivante qui vous ſervira de formule, ou de régle générale pour tout levier de la première eſpèce ; la diſtance du grand poids au point d'appui : à la diſtance du centre de gravité du levier au même point d'appui :: la peſanteur du levier : à un quatrième terme qui vous donnera la partie du grand poids que le centre de gravité du levier tiendra en équilibre. Vous direz donc dans le cas préſent ; 2, *diſtance du poids de 100 livres au point d'appui* : 1, *diſtance du centre de gravité du levier au même point d'appui* :: 12 livres, *peſanteur du levier* : 6 livres; c'eſt-à-dire que dans le cas propoſé il y aura 6 livres dans le poids d'un quintal qui ſeront ſoutenues par le centre de gravité du levier. Ce ſera donc à un poids de 94 livres, éloigné de 2 pieds du point d'appui qu'il

faudra chercher une Puiſſance, ou un moindre poids éloigné du même point d'appui de 4 pieds, qui le tienne en équilibre. Le Principe général de Méchanique vous fournira pour réſoudre ce probléme l'analogie ſuivante ; 4 pieds, *diſtance de la Puiſſance ou du moindre poids au point d'appui* : 2 pieds, *diſtance du plus grand poids au même point d'appui* : : 94 : 47 ; donc dans le cas propoſé il y aura équilibre entre un poids de 100, & un poids de 47 liv. ; bien entendu que le poids de 100 livres éloigné de 2 pieds du point d'appui, eſt ſoutenu en même-tems, & par un poids de 47 livres éloigné de 4 pieds, & par un poids de 12 livres éloigné d'un pied du même point d'appui.

Comme dans cette matière on ne ſçauroit ſe rendre trop intelligible, permettez-moi de reprendre mon levier de 6 pieds de long, & de 12 livres de maſſe. Rappellez-vous que ſon point d'appui eſt ſuppoſé à la fin du quatrième pied, ou, ce qui revient au même, rappellez-vous qu'un de

les bras à 4 pieds, & l'autre 2 pieds de longueur ; je dis que pour le mettre en équilibre avec lui-même, il faudra attacher un poids de 6 livres à l'extrémité du bras le plus court. En voici la démonſtration ; c'eſt la même que la précédente ; elle me paroit ſeulement plus claire.

Puiſque le levier eſt ſuppoſé homogéne & parfaitement égal dans ſa longueur de ſix pieds, le poids du 6e & du 5e pied qui forment le bras le plus court, ſeront en équilibre avec le poids du 4e & du 3e pied qui forment une partie du bras le plus long, car ces deux poids ſont de 4 livres chacun. Il reſte encore le poids du ſecond & du premier pied ; c'eſt-à-dire, il reſte encore 4 livres qu'il faut mettre en équilibre avec un poids que l'on attachera à l'extrémité du bras le plus court. Ces 4 livres réunies à leur centre de gravité, ſe trouvent à 3 pieds du point d'appui ; donc, pour élider leur force, il en faudra mettre ſix à l'extrémité du bras le plus court ; je vous ai déjà fait remarquer, en vous expliquant le Principe gé-

néral de la Méchanique, que 6 livres à 2 pieds, & 4 livres à 3 pieds du point d'appui ont égale force.

8°. Si l'on vous donne un levier de 6 pieds de long, & de 24 livres de masse; le point d'appui à la fin du 5e pied; un poids de 100 livres servant de Puissance, éloigné de 5 pieds du point d'appui; & que l'on vous demande la grosseur du poids x, que l'on prétend placer à l'extrémité du bras le plus court en équilibre avec celui que l'on a placé à l'extrémité du bras le plus long; vous chercherez d'abord à mettre le levier en équilibre avec lui-même, c'est-à-dire, vous chercherez le poids qu'il faudra attacher à l'extrémité du bras le plus court, pour être en équilibre avec le centre de gravité du levier, ou, ce qui revient au même, avec un poids de 24 livres éloigné de 2 pieds du point d'appui. Pour le trouver, vous vous rappellerez d'abord que le poids que vous demandez, ne sera éloigné que d'un pied du point d'appui, & vous ferez ensuite la proportion suivante,

la distance du poids cherché au point d'appui : à la distance du centre de gravité du levier au même point d'appui : : la pesanteur du levier : à un quatrième terme qui sera ce que vous demandez ; c'est-à-dire dans l'hypothèse présente, 1 : 2 : : 24 : 48. Il vous faudra donc attacher 48 livres à l'extrémité du bras le plus court, pour que le levier en question soit en équilibre avec lui-même.

Cela fait, vous trouverez la valeur du poids x par l'analogie suivante ; 1, *distance du poids x au point d'appui* : 5, *distance du petit poids au même point d'appui* : : 100, *masse* du petit poids : 500, *masse du poids x* ; ce qui prouve qu'il faut appliquer 548 livres à l'extrémité du bras le plus court du levier donné, si l'on veut contrebalancer l'effort d'un poids de 100 livres appliqué à l'extrémité du bras le plus long du même levier. Il n'est pas nécessaire de prouver la justesse de toutes ces analogies ; ce sont des conséquences directes du Principe général de la Méchanique. Donnons

maintenant une régle qui nous ſerve de formule générale, pour mettre le levier de la ſeconde eſpèce en équilibre avec lui-même. Dans ce levier le poids ſe trouve toujours entre la Puiſſance placée à une extrémité, & le point d'appui placé à l'autre extrémité. Je vous ai fait remarquer (*num. 4*) que la Rame du battelier étoit un levier de la ſeconde eſpèce.

9°. L'on vous donne une rame de 10 pieds de long, & de 50 livres de maſſe; l'on vous avertit que ſon centre de gravité eſt éloigné de 5 pieds du point d'appui; l'on vous demande, quel effort doit faire le Batelier pour élider la force d'un poids de 50 livres placé au centre de gravité de la rame, c'eſt-à-dire, l'on vous demande, quel effort doit faire une Puiſſance éloignée du point d'appui de 10 pieds, pour ſoutenir un poids de 50 livres éloigné de 5 pieds du même point d'appui.

Pour réſoudre ce problème, vous ferez la proportion ſuivante; 10 pieds, *diſtance de la Puiſſance au point d'appui*; à 5 pieds,

diſtance du centre de gravité de la rame au même point d'appui : : 50 livres, *peſanteur de la rame* : à 25 livres, c'eſt-à-dire, que le Battelier ſoutiendra le poids de la rame en queſtion, en faiſant un effort capable de ſoutenir 25 livres.

La formule générale pour les leviers de la ſeconde eſpèce ſera donc celle-ci ; la longueur du levier : à la diſtance de ſon centre de gravité au point d'appui : : la peſanteur du levier : à un quatrième terme qui vous donnera l'effort que devra faire la Puiſſance pour élider cette peſanteur. Cette analogie n'a pas beſoin de preuve ; elle eſt fondée comme les précédentes, ſur le Principe général de la Méchanique.

10. Je ne vous parlerai pas ici, mon cher Chevalier, du levier de la troiſième eſpèce. Cette machine, ou plutôt, cette anti-machine diminue néceſſairement la viteſſe de la Puiſſance. Vous ſerez toujours avec cet inſtrument moins éloigné du point d'appui, que le poids que vous voudrez ſoulever ; puiſque vous ſerez toujours entre le poids placé à

une extrémité du levier, & le point d'appui placé à ſon autre extrémité.

11. Ce que je vous ai dit juſqu'à préſent, doit commencer à vous donner une idée de ce que les Méchaniciens appellent *réſiſtances*. Je ſuis réſolu de vous développer dans les lettres ſuivantes cette matière le mieux qu'il me ſera poſſible. Si je ne vous dis pas des choſes neuves, j'aurai du moins l'avantage de réunir dans un très-petit nombre de lettres ce qui ſe trouve noyé dans un grand nombre de volumes. Je commencerai par la réſiſtance occaſionnée par les frottemens. Je ſuis, &c.

LETTRE NEUVIÈME.

Réſiſtance occaſionnée par les frottemens. Deux eſpèces de frottemens. Régles qui peuvent ſervir de Principes au calcul des réſiſtances des frottemens. Expériences qui prouvent la bonté de ces régles. Conſéquences qu'il faut en tirer.

LEs Microſcopes nous ont appris, mon cher Chevalier, que ſur la ſurface du corps le plus poli il ſe trouve un nombre innombrable d'éminences & de cavités. De cette découverte quelle conſéquence faut-il en tirer ? Point d'autre que celle-ci ; il eſt impoſſible de poſer un corps ſur un autre, ſans obliger les éminences de l'un d'entrer dans les cavités de l'autre, à peu près, *dit M. l'Abbé Nollet*, comme il arrive à une pelote de velours que l'on met ſur un tapis de la même étoffe. Ne ſoyons donc pas ſurpris que les corps paſſent ſi facilement de l'état de mouvement à celui de

repos. Leur inertie, je le ſçais, s'oppoſe à ce changement; mais quelque réelle que ſoit cette oppoſition, peut-elle entrer en paralléle avec les obſtacles que rencontre un corps dont la ſurface, pour l'ordinaire aſſez mal unie, eſt obligée de ſe mouvoir ſur un plan encore plus mal uni? Comptez, ſi vous le pouvez, les frottemens d'une Poulie qui tourne avec rapidité ſur ſon eſſieu; des Pignons qui s'engrainent dans des Rouës dentées; des Rouës ordinaires qui ſervent à faire rouler une chaiſe que des chevaux de poſte trainent avec une extraordinaire rapidité; & ceſſez de demander pourquoi telle & telle Machine qui, par le Principe général de la Méchanique, devroit être miſe en mouvement par une Puiſſance capable de ſoulever un poids de 10 à 15 livres, en exige quelquefois une capable de ſoulever un poids de 50, 60, & même 100 livres. Rien donc ne ſeroit plus néceſſaire dans un Traité de Méchanique, que de donner des régles générales qui fuſſent le fondement du calcul des réſiſtances que

le frottement oppoſe à tout corps, à toute machine que l'on veut mettre en mouvement. Avant que de vous rendre compte des découvertes que les Phyſiciens ont faites en cette matière, permettez-moi de faire les remarques ſuivantes; elles me paroiſſent abſolument néceſſaires.

1°. Il y a deux eſpèces de frottemens. Le frottement de la première eſpèce conſiſte à appliquer ſucceſſivement les mêmes parties d'une ſurface à différentes parties de l'autre. Celui de la ſeconde eſpèce a lieu, lorſque l'on fait toucher ſucceſſivement différentes parties d'une ſurface à différentes parties d'une autre. Une charrette dont une roue eſt enrayée, & l'autre tourne librement ſur ſon axe, vous préſente en même-tems les deux eſpèces de frottemens. La roue enrayée éprouve ſur le pavé celui de la première eſpèce, & la roue libre celui de la ſeconde.

2°. De quelque eſpèce que ſoient les frottemens, ils ſont enfin cauſe que les éminences des corps qui les éprouvent, ſe bri-

ſent plutôt, ou plus tard, ſelon que les frottemens ont été plus ou moins conſidérables. C'eſt pour cela ſans doute qu'une Machine, après avoir ſervi quelque tems, eſt plus facile à mouvoir, qu'elle ne l'étoit, lorſqu'elle ſortit des mains de l'ouvrier.

3°. Tout ce qui peut faire diſparoître les éminences & les cavités des ſurfaces, diminue les frottemens d'une manière très-ſenſible. Auſſi les Voituriers agiſſent-ils, ſans le ſçavoir, en bons phyſiciens, lorſqu'ils graiſſent les moyeux des roues de leurs voitures. Ces remarques ſont sûres; les régles ſuivantes ne le ſont pas moins; je voudrois bien qu'elles donnaſſent autre choſe que des *à peu près.*

Premiére Régle. Le frottement de la premiére eſpèce, tout le reſte étant égal, cauſe une plus grande réſiſtance, que le frottement de la ſeconde eſpèce. En effet des chevaux tirent beaucoup plus difficilement une voiture dont les roues ſont enrayées, qu'une ſemblable voiture dont les roues ſont libres; donc &c.

Seconde Régle. Le frottement, de quelque eſpèce qu'il ſoit, eſt plus conſidérable, lorſqu'on fait mouvoir, l'un ſur l'autre, des corps de même matière, que lorſque ce ſont des corps de différente matière. M. Muſchembroek à qui nous devons cette régle, penſe que des corps faits d'une même matière, ayant des éminences & des cavités tout-à-fait ſemblables, il eſt très-facile que celles-là ne ſoient pas faites pour s'engrainer avec aiſance dans celles-ci; ce qui n'arrive guères à deux corps faits de différente matière. Il nous avertit en même tems que les habiles ouvriers ſont les plus exacts à garder cette régle. Jamais, *dit-il* (*), on ne les voit faire mouvoir l'acier ſur l'acier, ou le cuivre ſur le cuivre; mais ils font mouvoir le cuivre ſur l'acier; & l'acier ſur le cuivre, l'étain, la corne, le bois de gayac, &c. Ce Phyſicien a fait à cette occaſion un nombre infini d'expériences que je voudrois bien pouvoir vous rapporter, & qui ne manqueront pas d'entrer

(*) Eſſai de Phyſique, Tome I. pag. 181.

dans le Cours de Philoſophie dont nous avons déja parlé ſi ſouvent ; mais vous ſeriez le premier à me blâmer, ſi je me permettois une pareille énumération. Je me contenterai donc de vous mettre ſous les yeux les principales.

M. Muſchembroek prit une petite planche de bois de ſapin, large d'un pouce, & longue de 13. Il la chargea d'un poids de 10 onces ; & il la fit mouvoir tantôt ſur une planche de bois de ſapin, & tantôt ſur une planche de boüis dont le poli étoit exactement égal ; il éprouva que dans le premier cas le frottement étoit de 17, & dans le ſecond de 11 dragmes. Il fit la même expérience avec une planche de bois de chêne de même largeur & de même longueur. Il la chargea encore d'un poids de 10 onces ; & il éprouva que le frottement de cette planche muë ſur le chêne étoit de 12 dragmes, & de 11 ſeulement, lorſqu'elle étoit muë ſur le boüis. Voilà pour les frottemens de la première eſpèce. Les expériences ſuivantes ſuppoſent des frottemens de la ſeconde eſpèce. Il

Il fit mouvoir un eſſieu d'acier dans différents baſſinets d'acier, de bois de gayac, de cuivre rouge, de cuivre jaune & de plomb. Cet eſſieu paſſoit par un diſque de bois, de 4 pouces de diamétre. Il éprouva que lorſque le diſque étoit chargé de 3 livres, les frottemens de l'eſſieu contre les différens baſſinets étoient de 21, 20, 15, 10, & 10 dragmes. Donc le frottement, de quelque eſpèce qu'il ſoit, eſt plus conſidérable, lorſqu'on fait mouvoir, l'un ſur l'autre, des corps de même matière, que lorſque ce ſont des corps de différente matière.

Troiſième Régle. Le frottement augmente par l'augmentation des ſurfaces, toutes choſes égales d'ailleurs. Vous en voyez d'abord la cauſe, mon cher Chevalier; plus la ſurface eſt grande, plus elle a d'éminences qui s'engrainent dans les cavités du plan, donc &c. Les expériences ſuivantes concourent à confirmer ce raiſonnement; elles ſont de M. Muſchembroek. Une planche de ſapin de $2\frac{11}{12}$ pouces de largeur, & de 13 pouces de longueur, chargée

d'un poids de 10 onces, & muë tantôt ſur le ſapin & tantôt ſur le boüis, éprouva un frottement de 22 & de 15 dragmes. Une planche du même bois, d'un pouce de largeur, n'avoit éprouvé qu'un frottement de 17 dragmes, lorſqu'on la faiſoit mouvoir ſur le ſapin, & de 11 dragmes, lorſqu'on la faiſoit mouvoir ſur le boüis. Elle avoit cependant 13 pouces de longueur, & elle étoit chargée d'un poids de 10 onces. Donc le frottement augmente par l'augmentation des ſurfaces.

Quatrième Règle. Le frottement, de quelque eſpèce qu'il ſoit, augmente par la preſſion. Je n'en ſuis pas étonné; plus la preſſion augmente, plus avant s'engagent dans les cavités du plan les éminences du corps qui ſe meut; il en eſt de même des éminences de celui-là vis-à-vis les cavités de celui-ci. Plus avant les éminences s'engagent dans les cavités, plus il eſt difficile de les en faire ſortir. Plus il eſt difficile de faire ſortir des cavités les éminences qui y ſont entrées, plus le frottement augmen-

te; donc le frottement augmente par la preſſion. M. Muſchembroek a encore fait des expériences en confirmation de cette régle. Reprenons notre planche de ſapin large d'un pouce, & longue de 13; & faiſons-la mouvoir tantôt ſur une planche de ſapin, & tantôt ſur une de boüis. Chargée d'un poids de 3 livres, & muë ſur une planche de ſapin, elle éprouvera un frottement de 8 onces & 6 dragmes; & elle n'en éprouvera qu'un de 6 onces & 4 dragmes, lorſqu'on la fera mouvoir ſur une planche de boüis. Veut-on lui faire éprouver un frottement double? Qu'on la charge d'un poids double, c'eſt à dire, d'un poids de 6 livres; donc le frottement augmente par la preſſion; l'on peut même avancer qu'il eſt à peu près en raiſon directe des preſſions.

M. l'Abbé Deidier eſt parti de ce Principe dans ſa Méchanique générale (*), lorſqu'il a voulu trouver les frottemens d'une poulie immobile chargée d'un poids, tan-

(*) Pag. 429 & ſuivantes.

tôt plus & tantôt moins grand. Je ſuppoſe, *dit-il*, une poulie de bois de chêne, qui ſoit très-polie, & dont la rouë péſe 6 livres. Cette Poulie ſuſpendue ſera ſans mouvement, parce que toutes ſes parties ſeront en équilibre autour de ſon axe; mais pour peu qu'on ajoute à l'un de ſes côtés, il eſt ſur que l'équilibre ne devroit pas ſubſiſter; & ſi le contraire arrive, cela ne peut venir que du frottement qui ſe trouvera plus fort, que la quantité qu'on aura ajoutée à l'un des côtés.

Pour trouver donc ce frottement, *continue M. l'Abbé Deidier*, je fais paſſer dans la poulie une corde très déliée, aux extrémités de laquelle je ſuſpens deux baſſins de balance qui péſent également, & qui par conſéquent ſeront auſſi bien en équilibre, que la poulie l'étoit auparavant. Je mets dans un des baſſins un petit poids, & ſi la poulie ne tourne point, j'augmente ce poids, juſqu'à ce que l'équilibre commence à ſe rompre. Ce poids une fois trouvé, par exemple, $\frac{1}{20}$ d'once, je retire la

corde & les baſſins ; je péſe le tout enſemble ; j'ajoute leur poids d'une livre aux 6 livres que péſe la rouë de la poulie en queſtion, ce qui fait 7 ; je dis que, l'eſſieu de la poulie étant chargé de 7 livres, le frottement qui ſe fait autour de cet eſſieu eſt $\frac{1}{20}$ d'once.

Pour trouver le frottement de la rouë ſeule, je fais la proportion ſuivante, 7 livres : $\frac{1}{20}$ d'once : : 6 livres : $\frac{6}{140} = \frac{3}{70}$ d'once, c'eſt-à-dire, ſi 7 livres cauſent un frottement de $\frac{1}{20}$ d'once, 6 livres en cauſeront un de $\frac{3}{70}$ d'once. Cette régle générale eſt admirable ; il vous ſera facile, mon cher Chevalier, de trouver par ſon moyen le frottement de quelque poulie immobile que ce ſoit, quel que ſoit le poids de la roue, de la corde, des baſſins, &c.

Cinquième Régle. A proportions égales, la réſiſtance des frottemens augmente plus conſidérablement par les preſſions, que par les ſurfaces. Je viens de vous faire remarquer qu'une preſſion double occaſionnoit

un frottement une fois plus considérable. Je vous avois fait remarquer un peu auparavant, que le frottement d'une planche de sapin d'un pouce de largeur : au frottement d'une planche du même bois de près de 3 pouces de largeur : : 17 : 22 ; donc la résistance des frottemens augmente plus considérablement par les pressions, que par les surfaces.

Sixième Régle. La résistance des frottemens augmente, dans un tems donné, avec la viteſſe du corps qui ſe meut. Je m'explique. Je ſuppoſe que le corps A ſe meuve ſur un plan parfaitement égal, tantôt avec 1 & tantôt avec 2 degrés de viteſſe, je dis que les frottemens qu'il éprouvera dans un tems donné, par exemple, dans une minute, ſeront plus grands, lorſqu'il aura 2 degrés de viteſſe, que lorſqu'il n'en aura qu'un. En effet lorſque le corps A aura 2 degrés de viteſſe, il parcourra dans une minute une fois plus d'eſpace, que lorſqu'il n'en aura qu'un ; donc il trouvera plus de cavités dans leſquelles ſes

éminences s'engraineront ; il en ſera de même des éminences du plan vis-à-vis les cavités du Mobile ; donc la réſiſtance des frottemens augmente, dans un tems donné, avec la viteſſe du corps qui ſe meut. M. Muſchembroek a éprouvé (*a*) que lorſque les viteſſes du mobile étoient comme 4, 6, 7, 8, 10, la proportion des frottemens étoit comme 1, $1\frac{1}{2}$, 2, 3, 4 ; ce qui donne au moins les frottemens en raiſon directe des viteſſes. Cependant je n'ai pas cru devoir énoncer ainſi cette régle ; & ce qui m'en a empêché, c'eſt une remarque que fait M. l'Abbé Nollet dans ſa leçon 3e de Phyſique expérimentale (*b*). L'augmentation de réſiſtance, *dit-il*, qui vient de la viteſſe avec laquelle on fait frotter les ſurfaces, a ſes bornes ; au-delà deſquelles on peut accélérer les mouvemens, ſans que les frottemens en deviennent plus conſidérables. Ainſi l'on peut dire en quelque façon, qu'en augmentant la cauſe, on n'aug-

(*a*) Eſſai de Phyſique, Tome I. pag. 183.

(*b*) Tome I. pag. 237.

mente plus ſon effet. Cet habile Phyſicien ſoupçonne qu'une viteſſe qui fait mouvoir un corps avec beaucoup de rapidité, fait auſſi que ſes éminences franchiſſent bien des cavités du plan dans leſquelles elles entreroient, ſi la viteſſe du mobile étoit moindre. Voilà une explication qui peut abſolument n'être pas vraie, mais qui du moins eſt bien vrai-ſemblable. Les conſéquences que vous pouvez tirer de tout ce que je vous ai dit dans cette lettre ſont ſans nombre; je me borne à ſix; la première ſera tirée de la première Régle; la ſeconde de la ſeconde Régle, &c.

Premiére conſéquence. Dans les deſcentes trop rapides, l'on doit avertir le Voiturier d'enrayer une des rouës de la voiture.

Seconde conſéquence. Dans les Poulies de Métal, l'eſſieu & la rouë ne doivent pas être de la même matière.

Troiſième conſéquence. Lorſqu'on a une certaine quantité d'eau à conduire, il vaut mieux la faire paſſer par un grand tuyau, que par différens petits tuyaux.

Quatrième conſéquence. On ne doit pas être ſurpris que les Machines qui ſont leur effet en petit ne le faſſent pas toujours, lorſqu'on vient à les exécuter en grand.

Cinquième conſéquence. Les différentes piéces dont une Machine eſt compoſée, ne doivent avoir ni beaucoup de ſurface, ni beaucoup de poids.

Sixième conſéquence. Lorſque deux voitures ont le même chemin à faire, celle des deux qui va le plus vite, éprouve moins de réſiſtance que l'autre.

Permettez-moi, mon cher Chevalier, de me borner à ce petit nombre de conſéquences. Je veux paſſer au plutôt à la réſiſtance qu'oppoſent les cordes dont on eſt obligé de ſe ſervir dans la Méchanique. C'eſt-là encore une matière d'où vous pourrez tirer bien des conſéquences pratiques. Je ſuis, &c.

LETTRE DIXIÉME.

Idée générale de la réſiſtance qu'oppoſent les cordes qu'on a coutume d'employer dans la Méchanique. Régles qui doivent ſervir de Principes au calcul de cette eſpéce de réſiſtance.

S'Il étoit poſſible, mon cher Chevalier, de ſe ſervir dans la Méchanique de cordes dont la peſanteur fut comme nulle, le diamétre infiniment petit, & la flexibilité parfaite; cette lettre ſeroit bien courte, & je me garderois bien de vous prier, comme je le fais, de la lire avec l'attention la plus réfléchie. Mais, par malheur pour les ouvriers, les choſes ne ſe paſſent pas ainſi dans la pratique. Les cordes qu'ils ſont obligés d'employer, ont une peſanteur toujours réelle, quelquefois même énorme, témoins les cables des Barques & des Vaiſſeaux; elles ont dans les machines ordinaires un diamétre de pluſieurs lignes, &

de pluſieurs pouces dans les grandes machines ; elles ont enfin, ſoit à raiſon de la matière dont elles ſont compoſées, ſoit à raiſon des poids qu'elles ſoutiennent, une roideur qui n'approche que trop ſouvent de l'inflexibilité. Il eſt donc abſolument néceſſaire d'examiner dans ce Plan de Méchanique que je vous préſente, quelle eſt la réſiſtance des cordes, & quels ſont les moyens que nous avons de l'évaluer. Il me paroit que les Régles ſuivantes peuvent conduire à cette fin.

Premiére Régle. Plus une corde eſt peſante, plus la réſiſtance qu'elle oppoſe eſt conſidérable. Vous en voyez la raiſon, mon cher Chevalier ; tout poids réel appliqué à une machine, oppoſe une réſiſtance d'autant plus grande, qu'il eſt lui-même plus grand ; mais la peſanteur des cordes eſt un poids réel appliqué à une Machine : Donc elle oppoſe une réſiſtance d'autant plus grande, qu'elle eſt elle-même plus conſidérable ; donc la réſiſtance des cordes eſt d'abord en raiſon directe de leur

peſanteur. Ajoutez à cela qu'une corde plus peſante cauſe une plus grande preſſion, & qu'une plus grande preſſion occaſionne un plus grand frottement, comme je vous l'ai démontré dans ma lettre précédente. Concluez de-là que, dans la pratique, les cordes légères ſont préférables aux cordes peſantes, lorſque celles-là ſont capables de ſoutenir le poids que l'on veut tranſporter d'un lieu à un autre.

Seconde Régle. Plus le diamétre d'une corde eſt conſidérable, plus elle oppoſe de réſiſtance. En voici la raiſon phyſique. Dans la plûpart des Machines les cordes s'entortillent autour d'un Cylindre dans l'axe duquel ſe trouve le point d'appui. Ces cordes ainſi entortillées ne font plus qu'un Tout avec le Cylindre, dont elles augmentent très-ſenſiblement le rayon. Cela ſuppoſé, voici comment je raiſonne. Plus le diamétre d'une corde eſt conſidérable, plus elle augmente le rayon du Cylindre autour duquel on eſt obligé de la rouler. Plus le rayon du Cylindre eſt augmenté, plus le

poids attaché à la corde ſe trouve éloigné du point d'appui. Plus le poids eſt éloigné du point d'appui, plus il acquiert de viteſſe. Plus il acquiert de viteſſe, plus il a de force. Plus il a de force, plus il eſt difficile de le remuer. Donc plus le diamétre d'une corde eſt conſidérable, plus elle oppoſe de réſiſtance. M. Amontons de l'Académie Royale des Sciences de Paris, dont j'aurai occaſion de vous parler très-ſouvent dans cette lettre a éprouvé (*) que, toute le reſte étant égal, une corde de 2 lignes de diamétre oppoſoit une réſiſtance préciſément double de celle qu'oppoſoit une corde de 1 ligne de diamétre.

Troiſième Régle. Plus une corde eſt roide, plus grande eſt la réſiſtance qu'elle oppoſe. Je viens de vous faire remarquer, mon cher Chevalier, que les cordes s'entortilloient dans la plûpart des Machines, autour de quelque Cylindre. Plus une corde eſt roide, plus l'entortillement dont je vous ai

(*) Mémoires de l'Académie des Sciences. Année 1699. pag. 216.

parlé, eſt difficile. Donc plus une corde eſt roide, plus grande eſt la réſiſtance qu'elle oppoſe. Auſſi a-t-on coutume de mouiller les cordes, lorſqu'on s'apperçoit qu'elles n'ont pas aſſez de flexibilité.

Quatrième Régle. La roideur des cordes, toutes choſes égales d'ailleurs, eſt en raiſon directe des poids qu'elles ſoutiennent. Cette régle a beſoin d'explication ; la voici. Je ſuppoſe deux cordes d'un égal diamétre, faites de la même matière. Je ſuppoſe encore que la première ſoutienne un poids de 4, & la ſeconde un poids de 2 livres ; je dis que la roideur de la première : à la roideur de la ſeconde : : 4 : 2. Je le démontre.

La roideur des cordes dépend de leur tenſion ; mais la tenſion eſt toujours en raiſon directe des poids ſoutenus : donc la roideur des cordes eſt toujours en raiſon directe des poids quelles tiennent ſuſpendus. M. Amontons a confirmé cette régle par une infinité d'expériences. Il a trouvé,

par exemple (*), que 45 onces ayant ſurmonté la réſiſtance occaſionnée par la roideur de deux cordes de 3 lignes chacune de diamétre, chargées d'un poids de 20 livres, & tournées autour d'un Cylindre de 6 lignes de diamétre ; il lui avoit fallu 90 onces pour ſurmonter cette même réſiſtance, lorſque les 2 cordes étoient chargées d'un poids de 40 livres. Or 20 livres : 40 livres : : 45 onces : 90 onces. Donc la roideur des cordes, toutes choſes égales d'ailleurs, eſt en raiſon directe des poids quelles ſoutiennent. C'eſt ſur ces Régles que M. Amontons ſe fonda, lorſqu'il conſtruiſit ſa fameuſe Table de la réſiſtance cauſée dans les Machines par la roideur des cordes qu'on y employe, de quelque groſſeur qu'elles ſoient, depuis une ligne juſqu'à trente lignes de diamétre, & de quelque poids qu'elles ſoient chargées, depuis une livre juſqu'à cent mille. Cette Table immenſe ſe trouve dans le Mémoire que je

(*) Mémoires de l'Académie des Sciences. Année 1699. pag. 218.

viens de vous citer entre la page 226, & la page 227. Tout ce que je vous en rapporterai ici, ce sera une espèce de Catalogue des plus grands poids que puissent soutenir les cordes de chanvre de différent diamétre.

Diamétres.	*poids.*
1 ligne	100 livres.
2	400
3	900
4	2000
5	3000
6	4000
7	5000
8	6000
9	8000
10	10000
+	
12	20000
+	
+	
15	30000
+	

+ lignes	livres.
18	40000
+	
+	
21	50000
+	
23	60000
+	
25	70000
+	
27	80000
+	
29	90000
30	100000

Dans cette Table M. Amontons n'a pas marqué les derniers poids que pouvoient ſoutenir des cordes de chanvre de 11, 13, 14, 16, 17, 19, 20, 22, 24, 26 & 28 lignes de diamétre. Je n'ai jamais été à même de faire des expériences qui m'aient mis en état de déterminer les derniers poids qui conviennent à ces ſortes de cordes. Si cependant l'on vouloit ſe contenter de quel-

ques *à peu près*, je dirois que, puiſqu'une corde de 10 lignes de diamétre peut ſoutenir un poids de 10000 livres, & qu'une corde de 12 lignes de diamétre en peut ſoutenir un de 20000, il paroit qu'une corde de 11 lignes de diamétre doit en ſoutenir un d'environ 15000 liv. De même puiſqu'une corde de 15 lignes de diamétre peut ſoutenir un poids de 30000 livres, & qu'il faut une corde de 18 lignes de diamétre, pour en ſoutenir un de 40000 livres, il s'enſuit qu'une corde de 16 lignes de diamétre ne peut guères ſoutenir que 33 ou 34000 livres, & qu'une corde de 17 lignes de diamétre en ſoutiendra 36 à 37000.

Cinquième Régle. La réſiſtance des cordes, totalement priſe, eſt en raiſon compoſée directe de leur peſanteur, de leur diamétre, & de leur roideur. Suppoſons, *par exemple*, que la peſanteur, le diamétre & la roideur de la corde A ſoit double de la peſanteur, du diamétre, & de la roideur de la corde B; je dis que la réſiſtance

qu'oppoſera la corde A : à la réſiſtance qu'oppoſera la corde B :: 2 × 2 × 2 = 8 : 1 × 1 × 1 = 1. Cette régle n'a pas beſoin de démonſtration ; elle n'eſt dans le fond qu'un corollaire des régles précédentes. Pour rendre ce Plan de Méchanique complet, il me reſte encore à vous parler, mon cher Chevalier, de la réſiſtance des milieux ; j'en ferai la matière de la lettre ſuivante. Je ſuis, &c.

LETTRE ONZIÉME.

Deux eſpèces de Réſiſtances qu'oppoſent les fluides aux corps ſolides qui les traverſent. Régles pour calculer la Réſiſtance de la première eſpèce. Régles pour calculer la Réſiſtance de la ſeconde eſpèce.

IL y a quelque tems, mon cher Chevalier, que je ne vous ai parlé ni de Deſcartes, ni de Newton ; c'eſt leur faute : aucun des deux n'a travaillé ſur les réſiſtances occaſionnées par les frottemens &

par les cordes. Il n'en eſt pas ainſi de la réſiſtance des *Milieux* ; Newton a beaucoup écrit ſur cette matière ; & ce que je vous rapporterai de lui, ne ſera pas ce qu'il y aura de plus mauvais dans cette lettre. Nous avons déja remarqué dans ſa vie littéraire (*) que tout corps ſolide qui entre dans un fluide, y éprouve comme néceſſairement deux eſpèces de réſiſtances ; l'une vient de la cohéſion des parties du fluide qu'il faut déſunir, l'autre de la quantité de matière qu'il faut déplacer. J'ai des régles à vous donner pour calculer facilement l'une & l'autre. Pour les préſenter d'une manière plus préciſe, je nommerai *Réſiſtance de la prèmière eſpèce* celle qui vient de la cohéſion des parties du fluide qu'il faut déſunir, & *Réſiſtance de la ſeconde eſpèce* celle qui vient de la quantité de matière qu'il faut déplacer.

Première Régle. La Réſiſtance de la première eſpèce eſt en raiſon directe de la viſcoſité des fluides. En effet plus un fluide a

(*) Tome II. de cet Ouvrage, pag. 93 & ſuiv.

de viſcoſité, plus les parties qui le compoſent ont de cohéſion. Plus les parties d'un fluide ont de cohéſion, plus il eſt difficile de les déſunir. Plus il eſt difficile de déſunir les parties d'un fluide, plus il oppoſe de Réſiſtance de la première eſpèce; donc la Réſiſtance de la première eſpèce eſt en raiſon directe de la viſcoſité des fluides. Auſſi les Phyſiciens aſſurent-ils qu'un corps ſolide qui entreroit dans le mercure, n'y éprouveroit preſque aucune Réſiſtance de la première eſpèce; les globules dont il eſt compoſé, n'ont aucune cohéſion ſenſible, les uns avec les autres.

Seconde Régle. La Réſiſtance de la première eſpèce, toutes choſes égales d'ailleurs, eſt en raiſon directe des ſurfaces des ſolides que l'on fait mouvoir dans un fluide. Je ſuppoſe que le corps A, & le corps B ſe meuvent dans le même fluide. Je ſuppoſe encore que le corps A ait une ſurface quadruple de celle du corps B; je dis que le premier éprouvera une Réſiſtance de la première eſpèce, quadruple de celle qu'é-

prouvera le ſecond. Cette régle n'a preſque pas beſoin de preuve. Le corps A aura, dans un tems donné, quatre fois plus de parties à diviſer que le corps B; donc il éprouvera une Réſiſtance quadruple; donc la Réſiſtance de la première eſpéce eſt en raiſon directe des ſurfaces des ſolides que l'on fait mouvoir dans un fluide.

Troiſième Régle. La Réſiſtance de la première eſpèce, tout le reſte demeurant égal, eſt en raiſon directe des tems que les ſolides ont employés à traverſer le fluide. Je ſuppoſe le corps A & le corps B parfaitement égaux en maſſe, en volume & en figure. Je ſuppoſe encore que ces corps traverſent le même fluide, l'un en 1, & l'autre en 2 heures; je dis que la Réſiſtance de la première eſpèce qu'éprouvera le premier : à la Réſiſtance de la première eſpèce qu'éprouvera le ſecond :: 1 : 2. En voici la démonſtration. Si le corps A a demeuré 1 heure, & le corps B 2 heures à traverſer le même fluide, le premier a

ou une fois moins de peine, que le ſecond à déſunir les parties dont il eſt compoſé; donc le premier a éprouvé une fois moins de Réſiſtance de la première eſpèce, que le ſecond. Mais le premier a mis une fois moins de tems que le ſecond, à traverſer le même fluide; donc la Réſiſtance de la première eſpèce, tout le reſte demeurant égal, eſt en raiſon directe des tems que les ſolides employent à parcourir le fluide.

Quatrième Régle. La Réſiſtance de la première eſpèce, priſe totalement, eſt en raiſon compoſée directe de la viſcoſité des fluides, de la ſurface des ſolides, & du tems employé à traverſer les fluides. Je ſuppoſe que le corps A ait une ſurface triple de celle du corps B; qu'il traverſe un fluide 2 fois plus viſqueux que celui que traverſe le corps B; & qu'il employe, pour le traverſer, un tems quadruple de celui qu'employe le corps B; je dis que la Réſiſtance de la première eſpèce qu'éprouvera le corps A: à la Réſiſtance de la première eſpèce qu'éprouvera le corps B::

$3 \times 2 \times 4 = 24 : 1 \times 1 \times 1 = 1$. Cette régle n'a pas beſoin de démonſtration ; c'eſt un Corollaire des trois précédentes. Les régles ſuivantes regardent la Réſiſtance de la ſeconde eſpèce.

Cinquième Régle. La Réſiſtance de la ſeconde eſpèce eſt proportionnelle à la denſité du fluide. Je le démontre. La Réſiſtance de la ſeconde eſpèce eſt proportionnelle à la quantité de matière que le corps ſolide doit déplacer dans un tems donné. Mais la quantité de matière que le corps ſolide doit déplacer dans un tems donné, eſt proportionnelle à la denſité du fluide, puiſqu'un fluide n'eſt plus denſe qu'un autre, que parce que, ſous un même volume, il contient plus de matière. Donc la Réſiſtance de la ſeconde eſpèce eſt proportionnelle à la denſité du fluide. C'eſt en confirmation de cette régle, que M. l'Abbé Nollet a fait les expériences ſuivantes (*).

1°. Ce Phyſicien à qui la Phyſique ex-

(*) Tome I. Leçon 3e pag. 213 & ſuivantes.

périmentale

périmentale a de ſi grandes obligations, diviſa en 2 parties égales une eſpèce de baquet ou d'auge, par une cloiſon qui s'étendoit d'un bout à l'autre, pour mettre de l'eau d'un côté, & laiſſer l'autre plein d'air ſeulement. Il fit mouvoir dans l'un & l'autre *milieu*, avec la même viteſſe, deux boules de métal, égales en maſſe & en volume; & il éprouva que celle qui ſe mouvoit dans l'eau perdoit toute ſa viteſſe en 4, ou 5 ſecondes, au lieu que l'autre dont les balancemens ſe faiſoient dans la partie de l'auge qui ne contenoit que de l'air, conſervoit fort long-tems ſa viteſſe, & ne la perdoit entièrement qu'après un très-grand nombre de vibrations. Il ſeroit à ſouhaiter que M. l'Abbé Nollet eut compté le nombre de ſecondes qui s'écoulerent, avant que la Réſiſtance de l'air eut réduit la ſeconde boule à un parfait repos; par-là nous aurions connu s'il eſt vrai, comme on le dit, que l'air ſoit huit à neuf cent fois moins dénſe que l'eau.

2°. M. l'Abbé Nollet a encore éprouvé

que non-ſeulement les mouvemens ſe faiſoient d'une manière plus libre dans le vuide de la Machine pneumatique, que dans l'air ; mais qu'encore dans ce vuide, ou pour mieux dire, dans ce plein imparfait les mouvemens s'y faiſoient d'autant plus librement, que le Récipient contenoit un air plus raréfié. Dans un Récipient, par exemple, exactement purgé d'air, une petite plume tombe avec autant de facilité, que le corps le plus maſſif ; tandis qu'elle eſt obligée de voltiger, lorſqu'elle ſe trouve dans le fluide que nous reſpirons ; donc la Réſiſtance de la ſeconde eſpèce eſt proportionnelle à la denſité du fluide.

Newton n'a donné cette régle, qu'après avoir fait l'expérience ſuivante. Voici ce qu'on lit ſur la fin de la Section ſixième du livre ſecond des Principes mathématiques. Pour comparer entre elles les Réſiſtances des *milieux*, j'ai fait oſciller des Pendules de fer alternativement dans le mercure & dans l'eau. La longueur du fil de fer étoit preſque de 3 pieds, & le dia-

mètre du globe du Pendule étoit d'un tiers de pouce environ. Je trouvai que la Réſiſtance que le Pendule éprouva dans le vif argent, étoit à celle qu'il éprouva dans l'eau, comme 13 ou 14 à 1 environ; c'eſt-à-dire, comme la denſité du vif argent à celle de l'eau. J'aurois fait des expériences ſemblables dans d'autres liqueurs tant froides, que chaudes, & ſur des métaux fondus, s'il ne m'avoit pas paru ſuffiſamment certain, par les expériences que je viens de décrire, que la Réſiſtance que des corps mûs très-vite éprouvent, eſt à peu près proportionnelle à la denſité des fluides dans leſquels ils ſe meuvent. Je dis à peu près, & non exactement, parce qu'il n'eſt pas douteux que les fluides qui ont plus de ténacité réſiſtent plus, à denſité pareille, que ceux qui ſont plus fluides. Ainſi l'huile froide réſiſte plus que la chaude, l'huile chaude plus que l'eau de pluie, & l'eau plus que l'eſprit de vin.

Sixième Régle. La Réſiſtance de la ſeconde eſpèce, tout le reſte demeurant é-

gal, eſt proportionnelle à la ſurface des ſolides qui ſe meuvent dans un fluide. En effet une ſurface quadruple déplace quatre fois plus de matière; donc, &c. Nous éprouvons nous mêmes tous les jours que l'eau nous réſiſte plus, lorſque nous la pouſſons avec le plat de la main, que lorſque nous la diviſons avec le tranchant ſeulement.

Septième Régle. La Réſiſtance de la ſeconde eſpèce augmente avec la viteſſe du corps qui ſe meut dans un fluide. Je m'explique. Le corps A & le corps B, égaux en maſſe, en volume & en figure, ſe meuvent dans l'eau, l'un avec 1 degré, & l'autre avec 2 degrés de viteſſe; je dis que dans un tems donné, le corps B y éprouvera une plus grande Réſiſtance de la ſeconde eſpèce, que le corps A. Il n'eſt pas néceſſaire, mon cher Chevalier, que je vous en apporte la raiſon; vous voyez auſſi bien que moi que, dans un tems donné, le corps B déplacera plus de matière, que le corps A; donc il éprouvera une plus

grande Réſiſtance de la ſeconde eſpèce; donc la Réſiſtance de la ſeconde eſpèce augmente avec la viteſſe du corps qui ſe meut dans un fluide.

Huitième Régle. La Réſiſtance de la ſeconde eſpèce, priſe totalement, eſt en raiſon compoſée directe de la denſité des fluides, de la ſurface des mobiles, & de leur viteſſe; c'eſt-à-dire, ſi le corps A, avec une ſurface & une viteſſe double de la ſurface & de la viteſſe du corps B, ſe meut dans un fluide dont la denſité ſoit décuple, l'on pourra faire la proportion ſuivante; la Réſiſtance de la ſeconde eſpèce qu'éprouve le corps A : à la Réſiſtance de la ſeconde eſpèce qu'éprouve le corps B : : $2 \times 2 \times 10 = 40 : 1 \times 1 \times 1 = 1$. C'eſt là le Corollaire des trois dernières Régles; pourroit-il être faux, & par conſéquent pourroit-il avoir beſoin de démonſtration? Voilà, mon cher Chevalier, tout ce que j'avois à vous dire ſur les Réſiſtances, de quelque nature, & de quelque eſpèce qu'elles ſoient. Je ſuis ſur que

je ne vous aurai pas paru trop long ; il ſeroit difficile de renfermer dans des bornes plus étroites une matière auſſi étendue que celle-là. Je ſuis, &c.

P. S. Vous devez avoir été étonné, mon cher Chevalier, que je ne vous aie rien dit dans ma lettre du fameux procès qui partage encore aujourd'hui les Phyſiciens. Les uns veulent que la Réſiſtance de la ſeconde eſpèce ſoit préciſément en raiſon directe de la viteſſe du mobile ; les autres prétendent qu'elle eſt en raiſon directe du quarré de la même viteſſe. Les premiers diſent qu'une viteſſe double procurant le déplacement d'une quantité double de matière fluide, ne fait éprouver au mobile qu'une Réſiſtance double. Les ſeconds aſſurent que cette Réſiſtance eſt quadruple; & voici le raiſonnement ſur lequel ils ſe fondent. Suppoſons que le corps A & le corps B, parfaitement égaux entre eux, traverſent le même fluide, l'un avec 1 de maſſe & 1 de viteſſe, & l'autre avec 1 de maſſe & 2 de viteſſe ; non-ſeulement le

corps B déplacera, dans un tems donné, une quantité double de matière, mais encore il frappera chaque molécule fluide avec une force double de celle avec laquelle des molécules ſemblables ont été frappées par le corps A ; donc le corps B éprouvera de la part du fluide une Réſiſtance quadruple de la Réſiſtance qu'aura éprouvé le corps A ; donc la Réſiſtance de la ſeconde eſpèce eſt en raiſon directe du quarré de la viteſſe du mobile.

Ce raiſonnement eſt prenant, j'en conviens, mais il ne formera jamais une démonſtration, s'il n'eſt étayé d'un bon calcul. En voici un qui me paroit exact, mais qui n'eſt guères favorable au ſentiment de ceux qui ſe déclarent pour le quarré de la viteſſe. Je prens le Cylindre A & le Cylindre B. Je les ſuppoſe auſſi denſes que l'eau, & parfaitement égaux entre eux. Je donne au premier un degré de viteſſe qui lui faſſe parcourir, dans la première ſeconde de tems, la longueur de ſon axe, & au ſecond 3 degrés de viteſſe qui lui faſ-

ſent parcourir, dans le même tems, 3 fois la longueur de ſon axe. Cela ſuppoſé, voici comment je raiſonne.

1°. N'eſt-il pas évident que le Cylindre A, en parcourant la longueur de ſon axe, a déplacé une maſſe égale à la ſienne, & qu'il lui a communiqué la moitié de ſa viteſſe, c'eſt-à-dire, la moitié d'un degré. La Réſiſtance de la ſeconde eſpèce qu'il a éprouvée de la part de l'eau, eſt donc repréſentée par la viteſſe perdue, ou par la fraction $\frac{1}{2}$?

2°. N'eſt-il pas évident que toutes les fois que le cylindre B a parcouru la longueur de ſon axe, il a perdu la moitié de ſa viteſſe? Il a donc perdu 1 degré $\frac{1}{2}$ de viteſſe, la première fois qu'il a parcouru la longueur de ſon axe; la ſeconde fois il en a perdu les $\frac{1}{4}$ d'un degré; & la troiſième fois la moitié des $\frac{1}{4} = \frac{1}{8}$ d'un degré; donc le Cylindre B a éprouvé de la part de l'eau une Réſiſtance de la ſeconde eſpèce qu'on peut repréſenter par la viteſſe qu'il a perdue, c'eſt-à-dire, par la fraction $\frac{21}{8}$; donc

la réſiſtance de la ſeconde eſpèce que le cylindre A a éprouvée : à la réſiſtance de la ſeconde eſpèce éprouvée par le cylindre B :: $\frac{1}{2}$: $\frac{21}{8}$.

3°. N'eſt-il pas évident que ſi le ſentiment de ceux qui ſe déclarent pour le quarré de la vîteſſe, étoit fondé; il faudroit pouvoir faire la proportion ſuivante ; la Réſiſtance de la ſeconde eſpèce éprouvée par le cylindre A : à la Réſiſtance de la ſeconde eſpèce éprouvée par le cylindre B :: 1, *quarré de la viteſſe du cylindre* A : 9, *quarré de la viteſſe du cylindre* B. Il faudroit donc pouvoir dire, $\frac{1}{2}$: $\frac{21}{8}$: : 1 : 9. Mais cette dernière proportion eſt fauſſe ; donc le ſentiment de ceux qui ſe déclarent pour le quarré de la viteſſe, n'eſt pas ſoutenable. Dans l'hypothéſe que e viens de faire, je le ſçais, le cylindre B qui a 3 degrés de viteſſe contre 1, éprouve de la part de l'eau une Réſiſtance de la ſeconde eſpèce plus que triple de la Réſiſtance qu'éprouve le cylindre A, puiſque celui-ci ne perd

que la $\frac{1}{2}$ de ſa viteſſe, & que celui-là en perd $\frac{21}{8}$; mais je ſçais auſſi que le cylindre B n'éprouve pas neuf fois plus de réſiſtance. Auſſi me ſuis-je bien gardé de vous dire que la Réſiſtance de la ſeconde eſpèce fut en raiſon directe de la viteſſe, ou du quarré de la viteſſe du mobile. J'ai avancé ſeulement que cette Réſiſtance augmentoit avec la viteſſe du mobile ; ce que perſonne ne ſe fera jamais une peine d'avouer. Chacun pourra calculer dans les différentes occaſions combien de tems il faudra à un mobile pour perdre toute ſa viteſſe, en vertu de la Réſiſtance de la ſeconde eſpèce. Il n'eſt beſoin pour faire ce calcul, que de connoitre la denſité du mobile, celle du fluide, & la manière dont ſe communique la vîteſſe dans le choc des corps ; c'eſt bien là ce que l'on peut appeller les premières notions de la Phyſique.

LETTRE DOUZIÉME.

Examen de ce que doit ſçavoir un Phyſicien ſur les Plantes terreſtres & marines. Plan d'une Botanique générale.

LEs Plantes qui ſont le plus bel ornement de la ſurface de la Terre, préſentent, mon cher Chevalier, un méchaniſme admirable qu'il ne faut pas manquer d'examiner dans une Phyſique terreſtre. Un Phyſicien, je le ſçais, n'eſt pas obligé de ſçavoir les noms, encore moins la vertu des Plantes; jamais la Botanique particulière n'a été regardée comme une partie de la Phyſique proprement dite. Il n'en eſt pas ainſi de la Botanique générale; elle eſt directement de ſon reſſort, & ſi quelqu'un ignore comment naiſſent les Plantes, comment elles vivent, & comment elles meurent, il eſt obligé de convenir par-là même qu'il n'a point encore lu de Phyſique compléte, donnée dans toutes les régles.

Si la mort ne nous eut pas enlevé Descartes à la fleur de son âge, son livre des Principes de la Philosophie contiendroit six parties, au lieu de quatre ; & les Plantes n'auroient pas été oubliées dans la cinquième. Voici comment il s'exprime à la fin de cet Ouvrage (*a*) : *Plura non adderem in hac quartâ Principiorum Philosophiæ parte, si (quemadmodum mihi antehàc in animo fuit,) duas adhuc alias, quintam scilicet de Viventibus, sive de Animalibus & Plantis, ac sextam de Homine essem scripturus.* Newton lui-même qui n'a presque rien donné sur la Physique terrestre, a cru devoir dire 2 mots sur les Plantes dans les Questions qui terminent son Traité d'Optique (*b*). Ce qu'il a avancé, j'en conviens, ne mérite pas d'être rapporté ; mais au moins prouve-t-il la nécessité, où nous sommes, de ne pas omettre ce qui regarde les Plantes, considérées en général, dans un Plan de Physique. Voici donc la

(*a*) *Parte 4 Principiorum paragrapho* CLXXXVIII.

(*b*) Questions XXX & XXXI.

marche que je voudrois que l'on suivit dans les Écoles.

1°. Puisque les Plantes sont des corps organisés, capables de la simple végétation, il faudroit faire remarquer, au commencement d'un Traité de Botanique générale, que cette végétation se fait par les loix de la Méchanique; & qu'admettre dans les Plantes une Ame végétative, c'est non seulement admettre dans la Nature un Être chimérique, c'est encore admettre en Physique une opinion qui conduit directement au Matérialisme. On ne sçauroit trop se précautionner contre les Assertions monstrueuses dont sont infectés les livres de Sciences, depuis un certain nombre d'années.

2°. Je voudrois qu'après avoir disséqué les principales parties des Plantes, je veux dire, la racine, le tronc, les branches, les feuilles, les fleurs, les fruits, & la semence, l'on mit sous les yeux des jeunes Physiciens, les principaux organes qui servent à la végétation, c'est-à-dire, les si-

bres du bois & de l'écorce, les trachées; les valvules, &c.

3°. Après une pareille description, une dissertation sur la graine, ou la semence ne seroit pas déplacée. Que de belles choses un Physicien ne peut-il pas dire à cette occasion ! Et d'abord, qu'avec l'immortel Polignac (*a*), il invite tous les curieux à examiner avec un miscroscope quelqu'une de ces graines qui leur paroissent si méprisables, & qu'il leur fasse appercevoir dans leur ordre naturel toutes les parties de la plante, ou de l'arbre qui doit en sortir. Qu'il leur fasse remarquer que si leurs yeux pouvoient pénétrer jusqu'au fond de ces inaccessibles retraites, ils verroient des millions de germes contenus les uns dans les autres; & qu'il conclue que tous sans exception doivent leur existence immédiatement au Créateur; aussi ce que le vulgaire regarde comme une production naturelle, étoit-il long-tems avant que d'éclore.

Nos observateurs pourront ensuite con-

(*a*) Anti-lucrèce, livre 7.

ſidérer cette même ſemence dans le ſein de la terre. Conduit par le ſage & l'élégant Pluche (*a*) ils apprendront comment les ſucs nourriciers, mis en mouvement par la chaleur qui regne dans l'intérieur de notre globe, entrent dans les lobes de la graine, réduiſent ces lobes en une eſpèce de bouillie, ſe couvrent d'une pellicule, s'inſinuent dans la radicule & dans la tige, développent les fibres de l'une & de l'autre, & donnent par-là naiſſance à une nouvelle Plante. La grande & l'importante conſéquence que vous tirerez de tout ceci, mon cher Chevalier, c'eſt qu'il eſt auſſi impoſſible qu'une Plante, quelque chétive qu'elle vous paroiſſe, naîſſe ſans ſemence, qu'il eſt impoſſible qu'un homme ſe trouve dans le monde par hazard, & ſans le ſecours d'un pere & d'une mere.

4°. La queſtion ſur la naiſſance des plantes une fois diſcutée, je voudrois qu'on paſſât à celle qui regarde leur vie. Rien ne

(*a*) Spectacle de la Nature. Tome I. Entretien XIV.

ſera plus aiſé que de prouver que les plantes reſpirent, qu'elles digérent, & que leur ſéve a un véritable mouvement de circulation. Nous avons des expériences ſans nombre qui nous donnent droit de l'aſſurer; je vous les rapporterai, lorſque j'en viendrai à l'exécution du plan de Botanique générale que j'ai cru devoir vous tracer.

5°. Les Plantes ſont ſujettes à des maladies & à la mort. Il faut dans un Traité de Botanique ne pas omettre ces deux points importans; il faut même indiquer, mais en très-peu de mots, les remédes qu'on a coutume d'employer dans ces ſortes d'occaſion. Vous comprenez que je parle ici des maladies ordinaires & communes à preſque toutes les plantes; un Phyſicien n'eſt pas obligé de parler des autres; la Botaque particulière, comme je vous l'ai déja fait remarquer, n'eſt pas de ſon reſſort.

6°. Un Phyſicien eſt encore moins obligé de connoitre les plantes marines; je lui conſeillerois cependant d'en avoir une notion; quelle honte pour lui, ſi dans une

compagnie, il venoit à confondre le corail de mer avec le corail de jardin, ou le champignon marin avec le champignon terreſtre! Je voudrois ſurtout qu'il apprit comment naiſſent, & comment croiſſent ces ſortes de plantes; il trouvera dans les ouvrages du célébre Tournefort des choſes admirables ſur cette matière.

Mais je ne m'apperçois pas, mon cher Chevalier, que ma lettre commence à devenir longue; il faut cependant que je prenne le ſtile laconique, ſi je veux renfermer dans un ſeul volume tous les plans que je vous ai annoncé au commencement de cette troiſième partie. Je ſuis, &c.

LETTRE TREZIÉME.

Différens ſentimens ſur la nature des Bêtes. Obſcurité de cette matière, & par-là impoſſibilité qu'il y a de tirer de l'Ame des Bêtes aucun argument en faveur du Matérialiſme.

NEwton prétend que l'on n'a droit de paſſer pour Phyſicien, que lorſqu'on eſt en état de réſoudre une foule de queſtions qu'il propoſe ſur la fin de ſon Optique (1). L'une de ces queſtions, mon cher Chevalier, eſt celle-ci : *Quel eſt cet inſtinct que nous reconnoiſſons dans tous les Animaux ?* Deſcartes répond ſans héſiter que cet inſtinct n'eſt qu'un mot vuide de ſens, & que les Bêtes ſont de purs automates, dont toutes les opérations s'expliquent à merveilles par les loix de la Méchanique ; il veut en un mot que ce chien fidéle qui conduit un aveugle avec tant

(1) Tome II. de cet Ouvrage, pag. 96.

de ſureté, n'ait pas plus de connoiſſance que ma montre qui m'indique les heures, ou mon bâton qui m'empêche de faire mille faux pas (1).

Pluſieurs Philoſophes ſoutiennent que les Bêtes ont une Ame d'une eſpèce inférieure à celle de l'Homme, qui dirige leur corps à peu près comme notre Ame dirige le notre. Leur demande-t-on ſi cet Ame eſt *matière* ? ils répondent que non. Ils font la même réponſe à ceux qui leur demandent ſi elle eſt *eſprit* ; & ils ajoutent que la *matière* & l'*eſprit*, étant évidemment deux êtres contraires, & non pas deux êtres contradictoires, ils ont droit d'être ſurpris qu'on ne reconnoiſſe pas, au moins comme poſſibles, des millions & des millions d'êtres mitoyens qui ſoient par leur nature auſſi ſupérieurs à la matière, qu'ils ſont inférieurs à l'eſprit.

Vous me demanderez ici peut-être, mon cher Chevalier, ce que je penſe ſur la nature des Bêtes. Je vous ai déja avoué dans

(1) Tome I. de cet Ouvrage, pag. 77 & ſuiv.

la vie littéraire de Descartes (1) que je ne pouvois pas m'imaginer que ce fussent de purs automates. Elles ont donc une Ame, *ajouterez-vous ;* je le pense ainsi, mais ce ne sera pas dans un plan de Physique que je vous développerai mes pensées sur cette matière ; elles sont assez neuves & assez originales, pour n'être discutées que dans une dissertation dans toutes les formes ; je vous l'enverrai en tems & lieu. Il y a cependant une chose que je ne veux pas manquer de vous faire remarquer. La voici. Nos prétendus esprits forts ont tiré de la nature de la Bête leurs plus grands argumens en faveur du matérialisme. Cette démarche me paroit insensée. Ecoutez-moi, quelque momens, je suis en état de vous le démontrer.

1°. Pour que les Bêtes pussent fournir un argument raisonnable à nos Matérialistes, il faudroit qu'ils eussent une connoissance claire & distincte de leur nature. Mais, de l'aveu de tous les Philosophes, personne

(1) Même Tome & même page.

n'aura jamais une connoiſſance claire & diſtincte de la nature des Bêtes ; tout au plus ſera-t-on à cette occaſion des conjectures plus ou moins heureuſes ; donc les Bêtes ne ſçauroient fournir à nos Matérialiſtes un argument raiſonnable.

2°. Suppoſons pour un moment que le ſentiment de Deſcartes ſur la nature des Bêtes ſoit non ſeulement vrai, mais encore démontré ; quelle conſéquence favorable au matérialiſme ſera-t-il poſſible d'en tirer ? Je n'en vois aucune. Deſcartes avouë, j'en conviens, que les Bêtes ne ſont que matière, mais il ajoute en même-tems qu'elles n'ont, je ne dis pas aucun degré de connoiſſance, mais même aucun degré de ſentiment ; donc l'opinion de Deſcartes n'eſt pas favorable au matérialiſme.

3°. Suppoſons maintenant qu'il n'y ait rien de mieux démontré que le ſentiment de ceux qui donnent aux Bêtes une Ame capable de connoitre & de ſentir ; que s'enſuivra-t-il de cette démonſtration ? Que la matière penſe, point du tout ; ces Philoſophes

n'ont jamais regardé comme matière l'Ame qu'ils uniſſent au corps de la Bête ; donc de la nature des Bêtes les impies de nos jours ne ſçauroient tirer aucun argument raiſonnable en faveur du matérialiſme.

Ainſi le penſoit le grand Polignac. J'ai développé, *diſoit-il* (*a*), toutes les raiſons qui fondent le doute des Philoſophes ſur la réalité de l'ame des Bêtes. Dans une matière obſcure, le doute eſt l'effet d'une prudence éclairée qui craint de ſe tromper. Si mon explication (*b*) n'eſt pas véritable, elle le peut être : & c'en eſt aſſez, je le répéte, pour faire de cette queſtion un probléme difficile, je dirois preſque inſolu ble. Or toute conſéquence tirée d'un Principe incertain, eſt elle-même incertaine. Tout ce que vous prétendiez inférer de cette Ame des Bêtes, contre les propriétés de la nôtre, ne conclut donc rien. Donnez aux bêtes une ame incorporelle, ou prononcez nettement qu'elles n'en ont point.

(*a*) Anti-lucrèce livre 6e, ſur la fin.
(*b*) Les Bêtes machines.

Mais quelque parti que vous preniez, cherchez à connoître l'Ame de l'Homme, uniquement par elle-même, en laiſſant les animaux dans la nuit épaiſſe qui dérobe leur nature à nos yeux.

4°. Les Bêtes ont un corps dont la connoiſſance appartient directement à la Phyſique. Comme ſon intérieur & ſes opérations ſont ſemblables à l'intérieur & aux opérations du corps de l'homme, je vous en parlerai dans la lettre ſuivante. Je ſuis &c.

LETTRE QUATORZIÉME.

Plan général d'un Traité de Phyſiologie. Néceſſité des connoiſſances qu'il contient. Diviſion de ce Traité en 3 parties. Idée de chacune de ces parties.

L'Homme, en faveur de qui a été tiré du néant ce Monde dont je viens de vous ébaucher le tableau, fera, mon cher Chevalier, le ſujet de la dernière lettre de la 2e partie de la Phyſique terreſtre.

C'eſt ce Chef-d'œuvre ſorti des mains du Maître ſupréme, que le Phyſicien doit contempler avec l'attention la plus réfléchie; & s'il laiſſe au Métaphyſicien le ſoin de conſidérer la plus noble partie de cet admirable compoſé, il ne ſçauroit ſe diſpenſer de parler de la manière la plus étendue de cette portion de matière, organiſée avec tant d'art, à laquelle nôtre ame eſt unie, & des opérations dont cette même matière eſt l'inſtrument néceſſaire & l'occaſion immédiate. Deſcartes ne l'a pas ignoré; auſſi ſon Traité de l'homme eſt-il un de ceux qu'il a le mieux travaillé. Je compte que vous avez préſent à l'eſprit l'abrégé que je vous en envoyai autrefois (*); vous y trouverez de quoi remplir le Plan de Phyſiologie que je vais vous tracer.

1°. Puiſque l'homme n'a, après ſon ame, rien de plus cher que ſon corps, un des premiers ſoins du Phyſicien doit être d'en connoître les parties principales, leur nom, leur poſition, leurs fonctions, &c.

(*) Tome I. de cet Ouvrage, pag. 81 & *ſuiv.*

Un

Un Traité de Physiologie devroit donc commencer par une explication claire & succincte des termes ordinaires dont les Anatomistes ont coutume de se servir ; & l'arrangement de ces termes devroit être tel, que l'*ensemble* présentât comme le tableau général du corps humain.

2°. Après cette espèce de Dictionnaire anatomique, il faudra diviser la Physiologie en 3 parties. Dans la première l'on expliquera les actions purement animales de l'homme ; dans la seconde ses actions vitales ; & dans la troisième ses sensations.

3°. Les actions animales de l'homme sont la digestion, la nutrition, la formation du chile, du sang, des esprits vitaux &c. Rappellez-vous comment je vous les ai expliquées, pour l'ordinaire d'après Descartes, dans le compte que je vous ai rendu de son Traité de l'homme (*)

4°. Nos fonctions vitales sont la respiration & la circulation du sang. La première a pour causes physiques les muscles inter-

(*) Tom. I. de cet Ouvrage, pag. 81 & suiv.

coſtaux & le diaphragme. Celui-ci, tantôt en s'abbaiſſant, & tantôt en ſe relevant; ceux-là, d'abord en ſe gonflant, & enſuite en s'allongeant, aggrandiſſent & retréciſſent ſucceſſivement la capacité de la poitrine. L'air extérieur s'inſinue comme néceſſairement dans la poitrine aggrandie; & voilà ce qu'on appelle *inſpirer*: ce même air eſt obligé de ſortir de la poitrine, lorſqu'elle ſe retrécit, & voilà ce qu'on entend par *expirer*. La reſpiration n'étant donc qu'un double mouvement d'*inſpiration* & d'*expiration*, il eſt évident que les muſcles intercoſtaux & le diaphragme en ſont les cauſes phyſiques.

Pour la circulation du ſang dont Deſcartes nous a ſi bien tracé le cours (*a*), elle a évidemment pour cauſes les mouvemens de *Diaſtole*, ou de dilatation, & de *Siſtole*, ou de contraction du cœur. Mais pourquoi le cœur eſt-il continuellement en *diaſtole* pour recevoir le ſang, ou en *ſiſtole* pour le rendre? Grande & difficile queſtion.

(*a*) Tome I. de cet Ouvrage, pag. 84.

Je crois que l'on s'écarteroit moins de la vérité, que n'a fait Deſcartes (*a*), ſi l'on en cherchoit la cauſe, d'abord dans les eſprits vitaux, à l'entrée & à la ſortie deſquels les muſcles & les nerfs doivent leur contraction & leur production ; enſuite dans le reſſort de l'air renfermé entre les fibrilles du cœur. Ce fluide, après avoir été violemment comprimé par le ſang qui entre avec impétuoſité dans les ventricules, ſe débande, chaſſe ce même ſang, du ventricule droit dans l'artére pulmonaire, du ventricule gauche dans l'aorte, & fait paſſer le cœur de l'état de diaſtole à celui de ſiſtole.

5°. Les ſens avec leurs organes doivent ſurtout occuper le Phyſicien dans un Traité de Phyſiologie. On les diviſe en externes & internes. Les ſens externes ſont le Tact, le Gout, l'Odorat, l'Ouie & la Vûe. Je vous ai aſſez parlé des 4 premiers, en vous rendant compte du Traité de l'homme de Deſcartes (*b*), & du cinquième, en vous

(*a*) Tome I. de cet Ouvrage, pag. 95.

(*b*) Tome I. de cet Ouvrage, pag. 87 & ſuiv.

rendant compte de ſa Dioptrique (*a*), pour être en droit de me diſpenſer de reprendre cette matière.

Les trois ſens internes ſont le Sens commun, la Mémoire & l'Imagination. J'ai aſſigné pour l'organe du premier, non pas la glande pinéale, où Deſcartes plaçoit le ſiége de l'Ame, mais le centre ovale, où ſe réuniſſent les principaux nerfs du corps (*b*). Il n'eſt pas auſſi facile de fixer l'organe de la Mémoire, & celui de l'Imagination. Ils ſont, il eſt vrai, dans le cerveau; mais dans quelle partie ſe trouvent-ils? Voilà ſur quoi l'on ne fera jamais que de ſimples conjectures. Si j'en adoptois quelqu'une, ce ſeroit celle qui donne pour organe à la Mémoire la partie cendrée, & à l'Imagination la partie calleuſe du cerveau. En effet la première me paroit très propre à conſerver les veſtiges, & la ſeconde à recevoir les images des objets que nous nous repréſentons.

Mais ce que je vous prie de bien remar-

(*a*) Même Tome pag. 334 & ſuivantes.

(*b*) Même Tome pag. 123 & ſuivantes.

quer, mon cher Chevalier, c'eſt que je ne vous ai parlé juſqu'à préſent que des ſenſations *occaſionnelles*, c'eſt-à-dire, de ce qui fournit l'occaſion à notre ame de produire ces actes ſpirituels, auxquels nous avons donné le nom de ſenſations. Toute Ame eſt ame, *dit M. de Polignac* (*), ſoit qu'elle atteigne les plus ſublimes objets, ſoit qu'elle ſe borne aux moins relevés. Elle agit de mille façons diverſes; & de cette variété nait la différence des noms que nous donnons à ſes opérations. Nous diſons qu'elle produit des *ſenſations*, lorſque par l'entremiſe de certains organes, elle connoit les êtres matériels, dont l'impreſſion agit ſur les membres qui lui ſont aſſociés. Elle exerce ſon *imagination*, lorſqu'elle ſe repait d'images gravées dans les fibres du cerveau. Elle fait agir ſa *Mémoire*, toutes les fois que faiſant la revue des tréſors que renferme ce dépôt précieux, elle parcourt des objets dont les traces ſe conſervent inaltérables. L'*Intellect* de l'Ame s'éleve par

(*) Anti-Lucrèce, liv. 6e vers le milieu.

ſon eſſor au-deſſus de tout objet corporel, examine deux idées, les compare, forme la chaîne d'un raiſonnement, & contemple avec ſagacité ce qu'elle ignore dans ce qu'elle connoit. Sa *volonté* deſire d'être unie à ce qui lui paroit avantageux, d'être ſéparée de ce qui s'offre à ſes regards ſous l'apparence du mal. Enfin l'*eſpérance*, la *crainte*, la *colère*, l'*amour*, la *joie*, la *triſteſſe*, & tous les autres ſentimens qui l'affectent, ſont des modifications différentes d'un même être.

Ainſi parle M. le Cardinal de Polignac. Que les Matérialiſtes apprennent de ce grand Homme qu'il n'eſt rien de plus abſurde que de regarder certains actes de notre Ame, comme des actes matériels; elle n'en produit aucun qui ne ſoit, comme elle, intrinſéquement & eſſentiellement ſpirituel. Mais cette matière appartient directement à la Métaphyſique. Attendons, pour avoir droit d'en parler, que je vous aie dit deux mots de la troiſième Partie de la Phyſique terreſtre. J'ai droit, avant que

d'y paſſer, à une de vos lettres; je l'attens avec impatience ; je ſuis curieux de ſçavoir ſi j'ai fait dans cette ſeconde partie des omiſſions conſidérables. Je ſuis, &c.

RÉPONSE DU CHEVALIER.

CE ne ſont pas des omiſſions, Monſieur, ce ſeroient plutôt des longueurs que j'aurois à relever dans quelques-unes des lettres qui forment la ſeconde Partie de votre Phyſique terreſtre. Il me paroit que vous avez oublié de tems en tems la loi que vous vous êtes impoſée au commencement de ce volume, de ne donner que de ſimples plans, & non des queſtions traitées dans toutes les formes. En effet comment traiterez-vous dans votre cours de Philoſophie la Figure de la Terre, les Tuyaux capillaires & les Réſiſtances, ſi vous regardez comme des eſſais & des canevas ce que vous venez de m'en dire. C'eſt là le plus grand défaut que j'aie trouvé dans les huit lettres précédentes. Ce défaut, je le ſçais, fera plaiſir à

bien des lecteurs ; mais n'importe, ce n'en eſt pas moins un défaut. Je ne crois pas y être tombé dans le Plan de Métaphyſique & de Morale que je traçai, il y a quelques jours. Je vous les communiquerai, ſi vous le jugez à propos ; mais ce ne ſera que lorſque vous m'aurez envoyé celui, où vous devez me donner une idée de la troiſième Partie de la Phyſique terreſtre. Je ſuis, &c.

LETTRE QUINZIÉME.

Feux ſouterreins. Tremblemens de Terre cauſés par ces feux. Analogie entre les Tremblemens de Terre & le Tonnerre. Expoſition & preuves de cette analogie.

PÉnétrons juſques dans les entrailles de la Terre, mon cher Chevalier ; examinons-en l'intérieur avec ſoin ; & tâchons de découvrir des ſecrets qu'il paroit preſque téméraire de ſonder. La chaleur qui regne dans le ſein de notre globe, m'indique d'abord un feu central, ou pluſieurs feux ſou-

terreins dont quelques-uns peut-être ſont allumés depuis le commencement du Monde. Ce ſont ces feux que Deſcartes regarde comme la cauſe des volcans & des tremblemens de terre; vous me l'avez dit vous même, en me rendant compte de la quatrième Partie de ſon livre des Principes (*). Newton, malgré ſon antipathie contre Deſcartes, n'a pas pu s'empêcher d'adopter ce ſentiment. Voici comment il s'exprime preſqu'au commencement de ſa 31e Queſtion: *Si conſideremus quàm multum ſit ſulphuris intra terram, & quàm calidæ ſint partes interiores terræ; fontéſque fervidos contemplemur, montéſque ardentes, mephitéſque ſubter terram ſubitaneas, & vapores inflammabiles; coruſcationes metallicas, terræ motus, exhalationes æſtuoſas & ſuffocantes, ventorum turbines, immanéſque aquæ marinæ in cœlum uſque elatos & contortos vortices; utique intelligere poterimus, omninò ita comparatam eſſe terram, ut in viſceribus ejus abundent vapores ſulphuroſi, qui cum minerali-*

(*) Tome I. de cet Ouvrage. pag. 257.

bus fermenteſcere debeant, & interdum ignem concipere, cum ſubitâ coruſcatione & diſploſu; & ſi forte in cavernis ſubterraneis arctè incluſi contineantur, vehementer conquaſſare terram, & cavernas ejus diſrumpere, quemadmodum cuniculi pulvere tormentario repleti terram ſuffoſſam mirâ cum violentiâ disjiciunt: quod cùm accidit, tum vapores exploſione iſtâ generatos, per occultos terræ meatus expirare, æſtuoſoſque ſentiri & ſuffocantes; procellaſque, turbines & tempeſtates ciere, efficereque nonnunquam, ut terræ tractus de locis ſuis tranſportentur, ebulliátque mare, & guttatim ſubvehantur in cœlum aquæ, quæ deinceps acervatim & vorticoſo pondere corruunt, quaſi è nubibus effuſæ. Reliſez maintenant les endroits de la vie littéraire de Deſcartes que je vous ai cités un peu plus haut; & vous verrez ſi nos deux Philoſophes ne penſent pas de la même manière ſur les Cauſes phyſiques des tremblemens de terre.

C'eſt ici le lieu, mon cher Chevalier, de tenir la parole que je vous donnai autre-

fois (*a*). Je me rappelle très-bien que je m'engageai à vous prouver dans cette troisième Partie, que la matière électrique pourroit bien avoir quelque part aux terribles secouſſes dont notre globe n'eſt que trop ſouvent agité. Rappellez-vous à votre tour quel eſt mon ſyſtéme ſur l'électricité (*b*), & avec quelle facilité l'on explique dans ce ſyſtéme tous les effets du tonnerre (*c*). Ces connoiſſances ſuppoſées, voici comment je raiſonne.

1°. Ce qui cauſe le tonnerre dans l'athmoſphére terreſtre, ce ſont des particules ſulphureuſes & bitumineuſes miſes dans l'état actuel d'électricité. Il y a dans le ſein de la Terre un nombre infini de ſemblables particules déja échauffées, que le moindre frottement peut rendre électriques. De ces particules électriſées il ſortira des bluettes qui enflammeront des tas énormes de ſoufre & de bitume; & ces tas enflammés cau-

(*a*) Tome I. de cet Ouvrage, pag. 168.
(*b*) Tome III. de cet Ouvrage, pag. 97. & ſuiv.
(*c*) Tome I. de cet Ouvrage, pag. 46 & ſuiv.

ſeront les plus violents tremblemens de Terre.

2°. Ce qui met dans l'athmoſphére terreſtre les particules ſulphureuſes & bitumineuſes dans l'état actuel d'électricité, ce ſont des vents contraires qui les portent les unes contre les autres. Manque-t-il dans le ſein de la Terre de vents contraires qui puiſſent produire le même effet dans les ſouffres & les bitumes qui y ſont renfermés ?

3°. Ces ſecouſſes terribles dont l'atmoſphére eſt agitée, ces bruits effroyables dont elle retentit, ont pour cauſe une certaine quantité d'air, que les flammes électriques ont dilaté, & que le reſſort & les loix de l'équilibre forcent à reprendre ſon premier état. N'y a-t-il pas dans les cavités ſouterreines un air intérieur, que les ſouffres & les bitumes allumés dilatent, & qui ne ſort du ſein de la Terre, qu'après avoir ébranlé, ſouvent même bouleverſé certaines de ſes contrées ?

Ce ne ſera pas donc faire un roman en Phyſique, mon cher Chevalier, que d'ex-

ſurer que les mêmes cauſes qui produiſent le tonnerre dans l'athmoſphére terreſtre, occaſionnent dans le ſein de notre globe ces ſecouſſes épouvantables donr il eſt agité ; & puiſque nous reconnoiſſons la matière électrique pour cauſe de celui-là, pourquoi ne la reconnoitrions-nous pas pour cauſe de celles-ci ? Newton n'auroit pas nié cette analogie, lui qui explique le tonnerre préciſément de la même manière qu'il vient d'expliquer les tremblemens de Terre. Voici ſes propres paroles (*) : *Exhalationes quædam ſulphuroſæ omni tempore, quando terra fit ſiccior, in aërem aſcendentes, fermenteſcunt ibi cum acidis nitroſis ; nonnumquam ignem concipientes, fulmina generant & tonitrua, aliaque meteora ignea. Abundat enim aër vaporibus acidis fermenteſcendo aptis.* M. le Cardinal de Polignac qui regarde comme glacé le nuage qui porte la foudre, & qui par-là même n'a pas expliqué ce météore d'une manière bien phyſique, reconnoit cependant une véritable analogie

(*) Queſtion 31 vers le commencement.

entre le tonnerre & les tremblemens de terre ! Le feu, *dit-il* (*), réſide dans les entrailles de la Terre, & ſa chaleur raréfie l'air, renfermé dans ces profondes cavernes. Ce ſont les efforts que fait cet air raréfié pour ſortir de ſa priſon, qui produiſent ces tremblemens de terre ſi terribles. C'eſt ainſi que ſe forme le tonnerre dans la région ſupérieure de l'athmoſphére. Un nuage compoſé de vapeurs & d'exhalaiſons bitumineuſes, contient un grand nombre de particules de feu, ſéparées d'abord les unes des autres. Mais le froid vient-il à condenſer l'air ? Elles ſe raſſemblent auſſi-tôt vers le centre : alors elles s'agitent, roulent ſur elles-mêmes, échauffent le bitume ; le bitume s'enflamme, la flamme dilate l'air qui rompt avec un bruit terrible les barrières glacées que le froid oppoſe à ſon impétuoſité, &c.

Ce feroit maintenant le tems, mon cher Chevalier, de vous expliquer, dans le ſyſtéme que je viens de vous propoſer, tous les effets des tremblemens de terre. Mais je

(*) Anti-lucrèce, livre 5.

me garderai bien d'entrer dans une pareille discussion. Je ne veux pas m'exposer une seconde fois au reproche que vous venez de me faire. Je me contenterai donc de vous faire remarquer, en finissant cette lettre, que si de tems en tems les feux souterreins ont des effets funestes, ils en produisent habituellement de très-bons. C'est à leur action que nous devons la formation des Fossiles dont je dois vous entretenir dans la suite. Je suis, &c.

LETTRE SEIZIÉME.

Fossiles considerés en général. Examen de quelques espèces de Fossiles dont il est nécessaire de parler dans une Physique terrestre.

CE qui regarde les *Fossiles*, doit faire le fond de la troisième Partie de la Physique terrestre. L'on donne ce nom, mon cher Chevalier, à tout ce qu'on tire du sein de la Terre. Sur ce Principe les pierres ordinaires

& précieuſes, le ſel gemme, le nitre, le ſouffre, le bitume, le vitriol, les métaux, & l'aiman doivent être rangés dans la claſſe des Foſſiles. Je crois devoir vous parler, dans deux lettres ſéparées, des Métaux, & de l'Aiman ; les autres Foſſiles feront en deux mots la matière de celle-ci.

1°. Après les obſervations du célébre Tournefort, l'on ſçait aſſez à quoi s'en tenir ſur la formation des pierres. Je ne vous crois pas tenté de penſer là-deſſus comme Deſcartes. Son ſentiment n'eſt pas cependant inſoutenable (*); & pour peu qu'il vous fit plaiſir, je ne vous empêcherois pas de le ſuivre. Mais quelque hypothéſe que vous faſſiez, ſouvenez-vous d'expliquer par les mêmes Principes la génération des pierres ordinaires & celle des pierres précieuſes. La matière des premières eſt, je le ſçais, beaucoup plus groſſière que celle des ſecondes ; mais ce n'eſt-là qu'un accident ; le fond de la queſtion conſiſte à ſçavoir ſi les pierres viennent d'une ſemence préſuppoſée, ou non.

(*) Tome I. de cet Ouvrage, pag. 100.

Tournefort l'assuroit, Descartes le nioit; je vous ai apporté en son lieu les raisons pour & contre; c'est à vous à prendre votre parti. Je ne vous parlerai pas aussi des causes de la transparence & de l'opacité des pierres; je vous ai expliqué ce point de Physique dans la vie littéraire de Newton (*); il est impossible de ne pas adopter l'explication de ce célèbre Physicien.

2°. Le sel gemme est un véritable fossile; on le tire du sein de la terre, à peu près comme les métaux & les minéraux. Peut-être y a-t-il été déposé depuis le déluge? Peut-être y a-t-il été créé pour le besoin des peuples qui se trouvent à une trop grande distance de la mer? Ce qui paroit probable, c'est que les puits salans sont formés par des eaux qui ont passé par des mines de sel gemme. Comme ce sel est de la même espèce que celui qu'on tire des eaux de la Mer, l'on est obligé d'avouer que Descartes & Newton ont fait sur la nature du sel des conjectures qu'il n'est pas possible d'adop-

(*) Tome II. de cet Ouvrage, pag. 63 & suiv.

ter ; nous les avons rapportées dans leurs vies littéraires (*a*). Il eſt encore moins poſſible de ſuivre Newton, lorſqu'il aſſure que quelques grains de ſel, jettés au fond d'un vaſe, ne ſalent également l'eau qu'il contient, que parce que les parties ſalines ſont douées d'une véritable force répulſive. *Annon hoc indicat partes ſalis, vel vitrioli, à ſe mutuò recedere, & ſe ſe expandere conari quaquà versùs, tàmque longè à ſe invicem ſejungi, quàm patitur aquæ, in quâ innatant, ſpatium ? Et annon conatus iſte oſtendit, utique habere eas vim quamdam repellendi, quâ à ſe invicem diffugiunt, aut ſaltem fortiùs eas aquam attrahere, quàm ſemetipſas mutuò ? Etenim quemadmodum corpora illa omnia in aquâ aſcendunt, quæ Telluris gravitate minùs ſunt attracta, quàm eſt aqua ipſa ; ita omnes ſalis particulæ quæ in aquâ innatant, minùſque ab unâ quâlibet ſalis particulâ ſunt attractæ, quàm eſt aqua ipſa, recedant neceſſe eſt à particulâ illâ, & aquæ fortiùs attractæ locum dent (b)*. Je ne crois pas, mon

(*a*) Tom. I. de cet Ouvrage, p. 34. Tom. II. p. 100.

(*b*) Queſtion XXXI. vers le milieu.

cher Chevalier, que l'on puiſſe expliquer d'une manière plus obſcure la choſe du monde la plus ſimple. Pour moi je ſuis perſuadé que le ſel diſſous ſe mêle avec l'eau, à peu près comme les acides ſe mêlent avec leurs alkalis.

3°. Dans un Traité que l'on donneroit dans les formes ſur les Foſſiles, il ne faudroit pas oublier quelques eſpèces de ſels moins communs, comme le ſel ammoniac, le ſel de tartre, le ſalpétre, ou le nitre, l'alun, le vitriol, &c. L'on trouvera dans tous les ouvrages des Chymiſtes, & ſurtout dans la Chymie de Lemery, commentée par Baron, des choſes excellentes ſur ces ſortes de ſels.

4°. Vous trouverez dans le même ouvrage de très-bonnes choſes ſur la nature du ſouffre & du bitume. Deſcartes & Newton n'ont rien dit ſur ces Foſſiles, qui mérite d'être rapporté. Je ſuis, &c.

LETTRE DIX-SEPTIÉME.

Nature, diviſion & formation des Métaux dans le ſein de la Terre. Cauſes phyſiques de leur augmentation de poids par la calcination.

QUelle idée doit-on avoir des Métaux conſidérés en général ? En combien d'eſpèces peut-on les diviſer ? Comment ſe forment-ils dans le ſein de la Terre ? Voilà, mon cher Chevalier, les trois queſtions que l'on eſt obligé de diſcuter, lorſqu'on veut donner dans toutes les formes la troiſième partie de la Phyſique terreſtre. Il me paroit que les réponſes ſuivantes ne ſont pas indignes d'un Phyſicien.

1°. Les Métaux ſont des corps *durs*, *ductiles*, *fuſibles* & *mixtes*. Ce ſont des corps durs, puiſqu'il eſt très-difficile de ſéparer leurs parties les unes d'avec les autres. Je vous ai indiqué dans cette troiſième partie les cauſes phyſiques de leur dureté, en

vous parlant de la dureté des corps considerés en général (*). Ce sont des corps ductiles, puisqu'on les voit s'allonger sous le marteau. La ductilité de l'Or peut passer pour une espèce de prodige. Vous avez vû cent fois à Lyon prendre un Cylindre d'argent du poids de 45 marcs, & de 22 pouces de longueur, le couvrir de quelques feuilles d'Or, dont le poids n'alloit pas à une once, le faire passer par des trous qui alloient toujours en décroissant, l'écraser en forme de lame dorée, & lui procurer par-là une longueur d'environ deux cent vingt deux mille toises. Je penserois assez volontiers qu'il faut attribuer la ductilité des métaux à la figure de leurs parties intégrantes. Je crois qu'elles sont très-longues, très-polies, très-propres à s'appliquer les unes contre les autres, & encore plus propres à glisser les unes sur les autres. La troisième qualité des Métaux est d'être fusibles. La dureté de l'Or ne résiste pas à l'action de l'eau regale, & l'eau forte met en fusion

(*) Tome III. de cet Ouvrage, pag. 109 & suiv.

tous les autres Métaux. C'eſt le feu ſans contredit, & ce n'eſt que le feu qui leur procure une fluidité qui leur eſt ſi peu naturelle (*a*). Enfin les Métaux ſont des corps mixtes, c'eſt-à-dire des corps compoſés de parties hétérogénes. M. Homberg, célébre Chymiſte, a trouvé, par le moyen du fameux verre brûlant du Palais Royal, que l'Or étoit compoſé de mercure, & de la matière dont on fait le verre, c'eſt-à-dire, d'un ſable fin & de quelques ſels fixes (*b*). Le même Auteur a fait avec le même verre des expériences ſur l'Argent, qui nous donnent lieu de conclure que ce Métal eſt compoſé de mercure, de ſoufre, & de ſel. L'on aſſure aſſez communément en Chymie que l'Argent a beaucoup moins de particules ſalines & beaucoup plus de pores, que l'Or; peut-être eſt-ce pour cela que la gravité relative de celui-là eſt à la gravité relati-

(*a*) Tome I. de cet Ouvrage, pag. 235. Tom. III. pag. 92.

(*b*) Mémoires de l'Académie des Sciences de Paris. Année 1702 pag. 143.

ve de celui-ci, dans la raiſon de 11 à 19 ou à peu près. L'Étain, dont les pores ſont beaucoup plus grands que ceux de l'argent, a pour élémens le ſouffre, la terre & le ſel. Les élémens du Plomb ſont le mercure, le ſel, le ſouffre & la terre. Ceux du cuivre ſont, ſuivant M. Lemery, le ſouffre & le vitriol. Enfin ceux du fer ſont, ſuivant le même Auteur, le vitriol, le ſouffre & la terre. Donc les Métaux, conſidérés en général, ſont des corps *durs, ductiles, fuſibles* & *mixtes.*

La première conſéquence que vous tirerez de ma réponſe à la première queſtion, eſt celle-ci : le mercure n'eſt pas donc un métal proprement dit, puiſqu'il n'eſt ni dur, ni ductile. Auſſi le regarde-t-on en Chymie comme la matière de la plûpart des Métaux.

La ſeconde conſéquence que vous pourrez tirer, ne ſera pas moins directe que la première. La voici. Le ſecret de la pierre philoſophale, je veux dire, le ſecret de faire de l'or, eſt un ſecret qu'il eſt impoſ-

ſible de découvrir. En effet quand même l'or ſeroit compoſé de mercure & de la matière dont on fait le verre, (ce qui n'eſt rien moins que démontré) ce ne ſeroit-là, qu'un très-petit commencement pour ce qu'on appelle le *grand œuvre.* Il faudroit ſçavoir encore quelle eſt la doſe de chacun des élémens de l'Or, quelle eſt la préparation qu'ils exigent, comment on peut les mêler & les unir enſemble, de quels agens il faut ſe ſervir pour cela, &c. Mais il eſt impoſſible de découvrir tous ces myſtères : donc il eſt impoſſible de trouver la pierre philoſophale.

2°. La ſeconde Queſtion que je me ſuis propoſée au commencement de ma lettre, eſt celle-ci : *En combien d'eſpèces peut-on diviſer les métaux ?* Je ne croispas, mon cher Chevalier, que vous puiſſiez en compter plus de ſix. Ce ſont l'Or, le Plomb, l'Argent, le Cuivre, le Fer, & l'Étain. Je ne connois en effet que ces ſix corps différens qui ſoient en même-tems *durs, ductiles, fuſibles & mixtes.* Si vous en connoiſſez quelqu'autre

qu'autre qui ait ces quatre qualités, ou nous augmenterons le nombre des Métaux, ou nous chercherons quelqu'autre définition qui exprime mieux leur nature. Le plus pesant des Métaux, c'est l'Or; le moins pesant, c'est l'Étain; les autres sont plus ou moins pesants, suivant qu'ils sont plus ou moins près de l'Or. Voici la Table de la pesanteur spécifique des Métaux.

Poids d'un pouce cube.

Matières.	onces.	gros.	grains.
Or. . . .	12 . .	2 . .	17
Plomb . .	7 . .	3 . .	30
Argent . .	6 . .	5 . .	26
Cuivre . . .	5 . .	6 . .	36
Fer	5 . .	1 . .	27
Étain . . .	4 . .	6 . .	14
Mercure . .	8 . .	6 . .	8

Le Mercure, je le sçais, n'est pas un métal. Mais comme il entre dans la composition de presque tous les métaux, sa pesanteur spécifique n'est pas ici déplacée. Peut-

être les métaux ne ſont-ils plus, ou moins peſants, que parce qu'ils contiennent plus ou moins de mercure.

3°. L'on doit enfin examiner dans un Traité de Métallurgie comment ſe forment les Métaux dans le ſein de la Terre. Deſcartes ſoutenoit qu'ils ſe formoient dans l'intérieur de notre globe à peu près comme les pierres, puiſqu'il croyoit que les pierres ne différoient des Métaux, qu'en ce que les parties élémentaires de ceux-ci ſont plus groſſes, que les parties élémentaires de celles-là (*). Mais comme je vous ai fait remarquer dans ma lettre précédente, que Deſcartes pourroit bien s'être trompé ſur la formation des pierres, il ne ſeroit pas prudent de ſuivre aveuglement ſes vûes ſur la formation des Métaux. Pour moi, après avoir avoué que les feux ſouterreins ſont les principaux Agens qui mettent en mouvement, & qui réuniſſent les parties élémentaires des Métaux, j'ajouterai ſans peine que chaque maſſe métallique a un germe, ou une

(*) Tome I. de cet Ouvrage, pag. 100.

eſpèce de ſemence, créée depuis le commencement du monde, à peu près ſemblable à celles que les Botaniſtes donnent aux Plantes, & que M. de Tournefort donne aux Pierres.

Je pourrois maintenant finir ma lettre, mon cher Chevalier; il me paroit que j'ai répondu aux trois queſtions que je me ſuis propoſées en la commençant. Il y a cependant un fait dont il ſeroit honteux qu'un Phyſicien ignorât l'explication. Le voici; je vous le propoſerai le plus briévement qu'il me ſera poſſible. L'expérience nous apprend que preſque tous les corps perdent conſidérablement de leur poids, lorſqu'on les ſoumet à la calcination. Vous en voyez la raiſon; l'action du feu fait évaporer un très-grand nombre de leurs parties intégrantes; ces corps perdent donc de leur matière; ils doivent donc perdre de leur poids. Cependant, par une bizarerie qui n'eſt que trop ordinaire à la nature, l'étain, le fer, & ſurtout le plomb péſent beaucoup plus après, qu'ils ne peſoient avant leur calcination,

Voici le fait. L'on met 20 livres de plomb dans un plat de terre qui ne ſoit pas verni. L'on expoſe ce plat à un feu violent. L'on remue avec une eſpatule le plomb qu'il contient, juſqu'à ce qu'il ſoit réduit en pouſſière. L'on a une poudre, ou une chaux de plomb dont le poids eſt de 25 livres. Les Phyſiciens ont fait trois eſpèces de ſyſtémes pour expliquer ce fait.

Le premier eſt celui de Boile. Ce grand Homme que l'on peut regarder comme le Père de la Phyſique expérimentale, attribuoit cette augmentation de poids aux particules ignées qu'il regardoit comme prodigieuſement condenſées dans les pores du métal calciné. J'avoue, *diſoit-il*, que le métal perd un aſſez grand nombre de ſes parties intégrantes; mais il reçoit un ſi grand nombre de particules ignées, que non-ſeulement ſes pertes ſont réparées, mais qu'encore ſon poids eſt très-viſiblement augmenté.

Le ſecond ſyſtéme eſt celui de M. Hales. Ce Phyſicien explique par le moyen de l'air

condenſé dans les pores du métal calciné, ce que Boile vient d'expliquer par le moyen des particules ignées ; & comme l'air eſt évidemment plus peſant que le feu, il n'eſt pas étonnant que quelques Phyſiciens préférent les conjectures de M. Hales à celles de l'Inventeur de la machine Pneumatique.

Enfin le troiſième ſyſtéme eſt celui de Privat de Moliere. Ce célébre Cartéſien explique ainſi le phénoméne dont il s'agit (*). L'Air, *dit-il*, contient dans ſes pores des molécules aqueuſes, huileuſes, ſalines, ſulphureuſes qui ſont très-peſantes. Lorſqu'on calcine 20 livres de plomb, l'ardeur du feu échauffe l'air voiſin du vaſe où ſe trouve la matière, le raréfie, le rend incapable de ſoutenir les molécules hétérogénes qu'il contient ; & c'eſt alors qu'une grande partie de ces molécules tombe ſur la ſuperficie du plomb, pour s'incorporer avec lui. Ce premier volume d'air raréfié devient plus léger, que celui qui eſt au-deſſus ; il monte donc & il céde ſa place à un nouvel air qui

(*) Leçon XI. Prop. VI.

déposé sur le plomb en fusion de nouvelles molécules ; & ainsi de suite, jusqu'à ce que la calcination soit faite.

M. Privat de Molières prépare son lecteur à cette explication par une expérience bien frappante. On expose à l'air 20 livres de sel de tartre, & on trouve que l'air leur fournit 20 livres d'eau en très-peu de tems. Quelle impossibilité y a-t-il donc, *continue notre Physicien* (*), que le même air puisse fournir à 20 livres de plomb durant tout le tems de la calcination, je ne dis pas 20 livres de molécules d'eau, que l'action du feu éloigne & chasse des pores de l'air qui environne le vase dans lequel on calcine le plomb, mais seulement 5 livres de molécules plus denses, plus pesantes & en même-tems plus subtiles, qui étoient contenues dans les pores de l'air parmi ces mêmes molécules d'eau; lesquelles n'étant plus soutenues dans ces pores par les molécules de cette eau, que le feu en a éloigné, se dégageront des pores de l'air par

(*) Même leçon & même Proposition.

leur propre pesanteur, & viendront se joindre aux molécules du plomb dont elles augmenteront le poids & le volume ? Est-ce qu'il est plus difficile de concevoir que l'air fourniſſe à 20 livres de plomb un poids de 5 livres, qu'il l'est que le même air fourniſſe à une même quantité de sel de tartre un poids de 20 livres ? C'est tout le contraire, puisque ce poids-ci est quadruple du précédent.

Voilà, mon cher Chevalier, les trois systêmes qu'on a imaginé jusqu'à présent pour expliquer d'une manière physique l'augmentation de poids occasionnée par la calcination de certains métaux. Si leur réünion étoit impossible, je n'hésiterois pas un moment à me déclarer pour le dernier, à l'exclusion des deux autres. Mais comme les trois causes qu'apportent Boile, Hales & Privat de Molière, peuvent concourir à produire le phénoméne dont il s'agit, je ſerois tenté de croire que le métal calciné doit son augmentation de poids non-seulement aux particules hétérogénes contenues

dans l'air que nous reſpirons, mais encore aux particules ignées & aëriennes introduites dans le métal pendant le tems de la calcination. Je ſuis, &c.

LETTRE DIX-NEUVIÉME.

Syſtême de Newton ſur l'Aiman. Syſtême de Deſcartes ſur la même matière. Nouvelle Hypothèſe où l'on explique les principaux phénoménes de l'Aiman. Objections contre cette hypothèſe. Réponſes à ces objections.

JE ſuis fâché, mon cher Chevalier, de vous avoir promis de vous parler de l'Aiman ; il n'eſt preſque pas poſſible de vous dire ſur cette matière des choſes, je ne dis pas ſatisfaiſantes, mais même raiſonnables. Newton déſeſperant de ramener à des cauſes méchaniques ce grand nombre de phénoménes magnétiques dont l'exiſtence nous eſt conſtatée par les expériences les plus ſenſibles, a prononcé hardiment (*) que

(*) Tome II. de cet Ouvrage, pag. 103 & ſuiv.

le magnétiſme dépendoit, comme la gravité, d'une attraction en raiſon directe des maſſes, & en raiſon inverſe des quarrés des diſtances. Mais comment adopter un pareil ſyſtéme, lorſqu'on voit tous les jours de ſes propres yeux que la force attractive de l'Aiman ne dépend pas de ſa groſſeur, puiſque le même fer eſt très-ſouvent beaucoup plus attiré par un petit Aiman, que par un grand; lorſqu'on voit que le même Aiman tantôt attire, & tantôt repouſſe le même fer; lorſqu'on voit enfin qu'il eſt impoſſible de décider ſi, à 2 pouces du même Aiman, le même fer eſt quatre fois moins attiré, qu'à un pouce? Donc le ſyſtéme de Newton ſur l'Aiman ne paroit pas ſoutenable.

Celui de Deſcartes eſt à peu près dans le même goût. Vous avez convenu vous-même dans la vie littéraire de ce Philoſophe (*) qu'il avoit parlé d'une manière romaneſque ſur cette matière. Le parti le plus ſage pour moi ſeroit donc d'abandonner ces deux Phyſiciens, & de garder ſur l'Aiman le ſilence

(*) Tome I. de cet Ouvrage, pag. 259 & ſuiv.

le plus profond. Mais enfin puiſque je vous ai promis de parler, je vais hazarder quelques conjectures. Je vous aſſure que ſi vous vous en moquez, vous ne ferez que ſuivre mon exemple. J'eſpère cependant que mon hypothéſe ſera moins oppoſée aux loix de la ſaine Phyſique, que les ſyſtémes de Deſcartes & de Newton. La voici.

1°. Je crois que les Aimans & les corps aimantés ont des pores droits & paralléles à leur axe.

2°. La force des Aimans & des corps aimantés réſide dans les deux côtés, où ſe trouvent les ouvertures des pores dont nous venons de parler ; & c'eſt à ces deux côtés que nous avons donné le nom de *Pôles*. Nous appellons en France *Pôle du Nord*, ou *Pôle Boréal* le côté de l'Aiman & de tout corps aimanté qui ſe tourne vers le Nord, & *Pôle du Sud* ou *Pôle Méridional* celui qui ſe tourne vers le Midi. Je ſçais que les Anglois parlent d'une manière un peu plus exacte, lorſqu'ils appellent *Pôle Méridional* de l'Aiman le côté qui ſe tourne vers le Nord, &

Pôle Bòréal celui qui ſe tourne vers le Midi ; mais nous préférons en France une plus grande clarté à un peu plus d'exactitude.

3°. Je ſuis perſuadé qu'il y a dans chaque Aiman & dans chaque corps aimanté un très-grand nombre de corpuſcules que j'appelle *magnétiques*, parce que je les regarde comme les cauſes phyſiques des phénomènes de l'Aiman.

4°. Je donne à chaque Aiman une atmoſphére plus ou moins étendue, compoſée de ſemblables corpuſcules.

5°. Ces corpuſcules, aſſez ſubtils & aſſez déliés pour traverſer les corps les plus denſes & les plus durs, ont une vertu ſingulière : ils ſe tournent conſtamment d'un côté vers le Pôle Boréal, & de l'autre vers le Pôle Méridional de la Terre ; & c'eſt par cette direction conſtante qu'il faut expliquer tous les phénoménes de l'Aiman. Mais quelle eſt la cauſe de cette direction ? Voici quelles ſont là-deſſus mes conjectures.

La Terre eſt un grand Aiman, puiſque

pour communiquer la vertu magnétique à une barre de fer, on n'a qu'à la faire rougir, la placer sur la ligne méridienne, & l'y laisser refroidir ; la Terre a donc des pores droits & parallèles à son axe. C'est par l'ouverture de ces pores que se fait l'émission des corpuscules magnétiques dont je vous ai parlé plus haut ; & c'est la violente fermentation qui régne dans le sein de notre globe, que nous devons regarder comme la cause physique de cette émission. Cela supposé, voici comment je raisonne : les corpuscules magnétiques, sortis du sein de la Terre par son côté Boréal & par son coté Méridional, sont *inertes* ; est-il étonnant qu'ils conservent un aspect & une direction constante vers les Pôles d'où ils sortent ? Donc dans l'hypothèse que je vous propose, il n'est pas impossible de trouver la cause de la vertu singulière qu'ont nos corpuscules de se tourner vers les Pôles de la Terre.

Je vous assure, mon cher Chevalier, que je ne ferois pas un procès à un homme qui

voudroit abſolument que les corpuſcules ſortis du Pôle Boréal n'euſſent pas préciſément la même figure que ceux qui ſont ſortis du Pôle méridional. Je ſerois auſſi très-porté à lui accorder que, dans la Terre comme dans les Aimans, l'ouverture boréale des pores paralléles à l'axe n'eſt pas tout à fait ſemblable à leur ouverture méridionale. Ce ſont-là de pures conjectures, j'en conviens; mais au moins explique-t-on par leur moyen d'une manière aſſez vrai-ſemblable les phénoménes de l'Aiman. En voici quelques exemples.

Le fer & l'acier reçoivent la vertu magnétique, lorſqu'on les frotte contre une pierre d'Aiman. Eſt-il rien de plus naturel? Ces deux corps qu'on appelle communément des *Aimans commencés*, ne reçoivent-ils pas par le frottement dans des pores bien diſpoſés, c'eſt-à-dire, dans des pores droits & paralléles à leur axe, un certain nombre de corpuſcules magnétiques? Pourquoi n'acquerroient-ils pas la vertu de l'Aiman?

Une aiguille aimantée & ſuſpendue ſur un pivot, tourne conſtamment une de ſes extrémités vers le Pôle Boréal, & l'autre vers le Pôle Méridional de la Terre. Je ſerois bien ſurpris que le contraire arrivât. Je ſçais qu'elle eſt pénétrée de corpuſcules qui ont cette direction : ils la font tourner vers les deux Pôles de la Terre, à peu près comme je fais tourner les habits que je porte, lorſqu'il me prend fantaiſie de me placer ſur la ligne méridienne.

Deux Aimans, ou deux corps aimantés s'attirent, lorſque le Pôle Méridional de l'un regarde le Pôle Boréal de l'autre. Je crois en appercevoir la raiſon, mon cher Chevalier ; ces deux Aimans, ou ces deux corps aimantés ainſi placés, ſont entourés de deux athmoſphéres homogénes ; ces athmoſphéres ne ſçauroient ſe toucher ſans ſe confondre, ſans prendre la figure ronde, & ſans chaſſer les deux Aimans, ou les deux corps aimantés, à leur centre commun. Je comparerois très-volontiers ces deux athmoſphéres à deux goutes d'eau qu'on voit tous les jours

ſe toucher, ſe confondre & prendre la figure ronde.

Ici vous ne manquerez pas de me faire remarquer que les deux mêmes Aimans ſe fuyent, lorſqu'on préſente le Pôle Boréal de l'un au Pôle Boréal de l'autre. J'en conviens; mais je vous prie auſſi de remarquer à votre tour que de ces deux Aimans ainſi poſés, l'un eſt dans ſon état naturel, & l'autre n'y eſt pas; il en eſt de même de leurs deux athmoſphéres; elles deviennent hétérogénes, ſinon quant à la matière qui les compoſe, du moins quant à leur direction; comment voudriez vous donc qu'elles ſe mélaſſent en ſe touchant? Ne doit-il pas leur arriver ce qui arrive à une goutte d'eau & à une goutte d'huile qui ſe touchent impunément ſans ſe confondre? Donc deux Aimans, ou deux corps aimantés, doivent ſe fuir, lorſque le Pôle Boréal de l'un regarde le Pôle Boréal de l'autre. Vous aurez le même phénoméne, lorſque ce ſeront leurs deux Pôles Méridionaux qui ſe regarderont.

Dûſſiez-vous, mon cher Chevalier, me faire une ſeconde fois le reproche que vous m'avez fait dans votre dernière lettre, je veux vous faire part de quelques objections qu'on me répéte preſque chaque année dans les actes publics. Vous verrez ſi mes réponſes ne ſont pas ſatisfaiſantes; elles jetteront un grand jour ſur une matière auſſi obſcure que celle-ci.

On oppoſe 1°. que l'émiſſion des corpuſcules magnétiques par les Pôles de la Terre eſt une idée qu'un Phyſicien ſage & prudent ne ſçauroit adopter. Pourquoi, *dit-on*, aſſurer que la Terre envoye des corpuſcules magnétiques plutôt par ſes Pôles, que par ſon Equateur; a-t-on la moindre preuve à apporter en faveur de cette aſſertion?

Quand même on n'en auroit aucune; que s'enſuivroit-il? N'eſt-ce pas ici une pure hypothéſe qu'on propoſe pour expliquer tout ce qui a rapport à l'Aiman? Or dans toute hypothéſe l'on a droit de faire une ſuppoſition; & perſonne ne peut, ſuivant

les loix de la Phyſique, refuſer de l'admettre, qu'après avoir prouvé qu'elle eſt contraire aux lumières de la raiſon, ou à l'expérience, ou aux régles de la Méchanique. Je le demande maintenant ; la raiſon apprend-elle que la fermentation occaſionnée ſurtout par le feu central, ne puiſſe pas produire une émiſſion de corpuſcules magnétiques hors du ſein de la terre ? L'expérience prouve-t-elle que cette émiſſion ſe faſſe plutôt par l'équateur, que par les pôles de la terre ? Enfin les loix de la méchanique ne permettent-elles pas de ſuppoſer une pareille émiſſion? L'idée de cette émiſſion n'eſt donc pas une idée qu'un Phyſicien ſage & prudent ne puiſſe pas adopter.

On oppoſe 2°. que la Terre faiſant par cette émiſſion des pertes continuelles, devroit enfin comme diſparoitre ; ce qui eſt contre les lumières de la raiſon.

Mais ſi la Terre répare les pertes qu'elle fait, la raiſon n'apprend-elle pas qu'il n'eſt rien de plus futile que cette objection ? Or les corpuſcules magnétiques éprouvant dans

l'air une réſiſtance conſidérable, perdent peu à peu l'eſpéce de mouvement de projection, que leur avoit communiqué la cauſe phyſique de leur émiſſion, & abandonnés à leur gravité, ils tombent ſur la ſurface de notre globe pour réparer les pertes qu'il peut avoir ſouffertes.

On oppoſe 3°. que la Terre ayant des pores dans preſque tous les points de ſa ſurface, comme l'expérience le démontre, l'émiſſion des corpuſcules magnétiques devroit ſe faire auſſi facilement par l'Equateur, que par les Pôles.

Mais que l'on ne confonde pas les pores obliques avec les pores droits de la Terre; & la réponſe à cette objection ſe préſentera d'elle-même. Il y a, j'en conviens, des pores obliques dans preſque tous les points de la ſurface de la Terre; mais pour des pores droits il n'y en a que dans des lignes paralléles à l'axe terreſtre; & comme ce n'eſt que par les pores droits que peut ſe faire l'émiſſion des corpuſcules magnétiques, & que ces pores ont leur ouverture, ou aux Pô-

les, ou aux environs des Pôles, rien n'eſt moins fondé que cette troiſième objection.

On oppoſe 4°. qu'il devroit y avoir un choc très conſidérable entre les corpuſcules magnétiques boréaux, & les corpuſcules magnétiques méridionaux, & que rien n'eſt plus contraire qu'un pareil choc aux loix de la Méchanique.

Mais quand même ce choc auroit lieu, qu'en conclurroit-on ? Que les corpuſcules magnétiques, après avoir perdu leur mouvement, tomberoient par leur gravité ſur la ſurface de la Terre, & ſerviroient à réparer les pertes dont il eſt parlé dans la ſeconde objection. Il faudroit avoir des yeux bien clairvoyans pour voir dans un pareil choc quelque choſe de contraire aux loix de la Méchanique.

On oppoſe 5°. que ſi la Terre étoit un grand Aiman, ſes différentes parties devroient tantôt s'attirer & tantôt ſe repouſſer, comme il arrive aux ſegmens des Aimans particuliers.

La Terre eſt un grand Aiman, j'en con-

viens, mais pourquoi ? Parce que dans ſon ſein ſe forment les corpuſcules magnétiques, & parce que par ſes Pôles ſe fait l'émiſſion de ces mêmes corpuſcules. Donc les différentes parties de la Terre devroient tantôt s'attirer & tantôt ſe repouſſer, comme font les ſegmens des Aimans particuliers; je ne vois pas la liaiſon qu'il peut y avoir entre ces deux propoſitions.

On oppoſe 6°. que dans cette hypothéſe tous les corps devroient recevoir la vertu de l'Aiman, puiſqu'il n'en eſt point dans les pores de qui les corpuſcules magnétiques ne s'inſinuent.

Les corpuſcules magnétiques s'inſinuent dans tous les corps, je le veux ; mais trouvent-ils dans tous les corps des pores droits & paralléles à leur axe ? C'eſt-là cependant une condition néceſſaire, pour qu'ils puiſſent tourner les Aimans & les corps Aimantés d'un côté vers le Pôle Boréal, & de l'autre vers le Pôle Méridional de la Terre.

On oppoſe 7°. que l'aiguille aimantée ſuſpendue ſur un pivot, ne regarde pas les

pôles de la Terre, mais qu'elle décline de la ligne méridienne tantôt vers l'Orient, & tantôt vers l'Occident.

C'eſt-là, je vous l'avoue, une véritable objection. On ne peut la réſoudre qu'en aſſurant qu'il y a dans le ſein de la Terre des mines d'Aiman & de Fer dont les athmoſphéres s'étendent fort au loin ; cette aſſertion n'a aſſurément rien de contraire à l'expérience. Des athmoſphéres des mines d'Aiman & de Fer, il vient des corpuſcules magnétiques qui cauſent la déclinaiſon de l'aiguille aimantée. Ces corpuſcules viennent-ils des régions Occidentales? L'aiguille décline vers l'Occident ; elle déclinera au contraire vers l'Orient, ſi ces corpuſcules viennent de quelque mine ſituée dans les Païs Orientaux.

On oppoſe 8°. que ſi l'on prend un fort Aiman ; que l'on choiſiſſe deux aiguilles d'Acier ; que l'on aimante l'une en lui faiſant toucher un des boutons de l'armure, & que l'on aimante l'autre en ſe contentant de la mettre dans l'athmoſphére de l'Ai-

man, éloignée de 2 à 3 lignes du même bouton ; on oppoſe, dis-je, que ces deux aiguilles s'aimanteront en prenant des aſpects différents, c'eſt-à-dire, que ſi l'extrémité ſupérieure de celle qui touche l'armure, reçoit la vertu de ſe tourner vers le Pôle Boréal de la Terre, l'extrémité ſupérieure de celle qui ne touche pas l'armure, recevra la vertu de ſe tourner vers le Pôle Méridional.

Ce phénoméne, tout inexplicable qu'il a paru à M. le Monnier, s'explique preſque ſans peine dans l'hypothéſe que je vous ai propoſée. Je croirois que l'aiguille qui touche l'armure, s'aimante par le moyen des corpuſcules qui ſortent de l'Aiman, & que l'autre aiguille s'aimante par le moyen des corpuſcules qui viennent de l'athmoſphére terreſtre dans l'Aiman, pour réparer les pertes qu'il fait preſque continuellement. Or n'eſt-il pas naturel que les premiers n'aimantent pas les corps dans le même ſens que les ſeconds ; donc dans notre hypothéſe le phénoméne de M. le Monnier n'eſt rien moins qu'inexplicable.

Je ne prétens pas cependant par-là vous engager à l'adopter ; je crois même qu'il eſt plus ſage de convenir, avec la plûpart des Phyſiciens, que l'Aiman eſt le tombeau de la Phyſique. Je n'ai pas oublié que vous avez formé un plan de Métaphyſique ; j'eſpère, mon cher Chevalier, que vous aurez la bonté de me le communiquer ; je ne vous diſpenſe pas cependant de me faire auparavant vos remarques ſur la troiſième partie de ma Phyſique terreſtre. Je ſuis, &c.

RÉPONSE DU CHEVALIER,

Aux quatre Lettres précédentes.

L'On a raiſon de dire, Mouſieur, que les goûts ſont différens. La troiſième partie de votre Phyſique terreſtre eſt peut-être celle dont vous faites le moins de cas ; & c'eſt préciſément celle que j'eſtime le plus. L'analogie que vous avez imaginée entre les tonnerres & les tremblemens de terre, m'a plû infiniment. La maniére dont vous ex-

pliquez l'augmentation de poids occaſionnée par la calcination de certains métaux, m'a paru très-conforme aux loix de la ſaine Phyſique. Enfin votre Hypothéſe ſur l'Aiman, dont vous avez parlé avec tant de mépris, m'a paru très-vraiſemblable. Les détails, où vous êtes entré, étoient abſolument néceſſaires; il y en a même certains que vous n'auriez pas dû omettre; les uns regardent les Aimans armés, les autres les Aimans artificiels. Vous me permettrez bien d'y ſuppléer: je le ferai le plus briévement qu'il me ſera poſſible.

L'on arme un Aiman en appliquant à chacun de ſes Pôles une plaque d'acier terminée par un bouton. Ces deux boutons ſont les deux endroits, où va ſe réünir toute la force des deux Pôles; auſſi eſt-ce ſur ces boutons que l'on doit frotter ce que l'on veut aimanter. La grande ſcience d'un Ouvrier qui ſe mêle d'armer les Aimans, c'eſt de bien connoitre les Pôles de la Pierre qu'on lui donne à armer. Pour ne pas ſe tromper, qu'il l'enterre dans la limaille de fer, & qu'il

qu'il l'en retire quelques momens après ; les deux endroits auxquels la limaille s'attachera préférablement à tous les autres, ſeront infailliblement les deux pôles de la Pierre.

Ma ſeconde remarque, Monſieur, preſque auſſi courte que la première, ſera ſur les Aimans artificiels dont nous devons l'invention à M. M. Knight, Michell & Canton Phyſiciens Anglois, & à M. M. Duhamel, Anthéaume & le Maire phyſiciens François. Ce ſont de petits barreaux d'acier à qui l'on a trouvé le ſecret de communiquer une vertu magnétique ſupérieure à celle des meilleurs Aimans naturels. Les barreaux ordinaires péſent environ 2 onces, & ils ont chacun 6 pouces de longueur, un demi pouce de largeur, & 2 à 3 lignes d'épaiſſeur. Un Aiman artificiel eſt compoſé de ſix de ces barreaux que l'on a eu ſoin de ſéparer par une régle de bois de 5 pouces de longueur, d'un demi pouce de largeur, & de 2 lignes d'épaiſſeur. Ce à quoi il faut ſur-tout prendre garde, c'eſt que les ſix barreaux n'ayent pas leurs ſix pôles boréaux en haut,

& leurs fix pôles méridionaux en bas ; les trois barreaux qui compoſent le premier faiſceau, doivent avoir leurs pôles du Nord placés en bas, & les trois barreaux qui forment le ſecond faiſceau, doivent avoir leurs pôles du Nord placés en haut. Tout ceci eſt bien laconique, Monſieur ; mais ce n'eſt pas ici le lieu d'en dire d'avantage. Je vous conſeille de reprendre cette matière, lorſque vous voudrez donner au public les Traités de Philoſophie dont vous n'avez fait que tracer les plans. Vous ferez bien de lire auparavant les Aimans artificiels de M. Michell ; le P. Rivoire Jéſuite les a traduits très-élégamment en françois, & il y a ajouté une Préface, en forme de diſſertation, qui vaut mieux que l'ouvrage du Phyſicien Anglois. Je ſuis, &c.

P. S. j'oubliois de vous annoncer que vous recevriez au premier jour le plan de Métaphyſique que vous voulez avoir la bonté d'examiner ; je vais le mettre au net.

LIVRE CINQUIÉME.

DE LA MÉTAPHYSIQUE.

LETTRE PREMIÉRE.

Idée générale de la Métaphyſique. Principes ſur leſquels cette ſcience eſt fondée. Queſtions qu'il convient d'en exclure.

IL ne vous ſera pas difficile de vous appercevoir, Monſieur, que le Plan de Métaphyſique que je vous envoye, a été formé ſur celui de Logique que vous eutes autrefois la bonté de me communiquer (*). C'eſt pour ne pas m'écarter de votre méthode, que je l'ai renfermé dans les réponſes aux queſtions ſuivantes. Qu'eſt-ce que la Métaphyſique ? Quelles ſont les queſtions qu'il ne faudroit jamais y traiter ? Quelles ſont celles qu'on ne ſçauroit trop approfondir ? Comment faut-il procéder dans la

(*) Tome III. de cet Ouvrage, pag. 5 & ſuiv.

discussion des dernières. Voilà en 2 mots tout le Plan de ma Métaphysique. Entrons ici dans quelque détail.

Première Question. Qu'est-ce que la Métaphysique ?

Réponse. J'emploirai, pour répondre à ma première question, ce que vous avez appellé dans votre Logique, *définition du nom* (*a*). Je vous dirai donc que la Métaphysique est une Science dont l'objet est supérieur à celui de la Physique ; & comme celle-ci traite du corps, celle-là traitera des esprits, je veux dire de l'Ame raisonnable & de Dieu. Le P. Buffier Jésuite disoit que la Métaphysique étoit la Science des premières vérités ; il vouloit que tout Métaphysicien regardât comme inconteſtables les Principes suivants (*b*).

Les premières vérités sont des propositions si claires, qu'elles ne peuvent être prouvées, ni combattues par des propositions qui le soient d'avantage.

(*a*) Même Tom. pag. 10.

(*b*) Cours de Sciences, p. 558, 922, 931 & 932.

L'on doit appeller *évidence* ce qui eſt tellement imprimé dans l'eſprit des hommes, qu'il leur eſt impoſſible de juger autrement.

Il eſt quelque choſe qui exiſte hors de moi ; & ce qui exiſte hors de moi, eſt autre que moi.

Il eſt quelque choſe que j'appelle *Ame*, *Eſprit*, *Penſée*, dans les autres hommes & dans moi; & l'*Eſprit* n'eſt point ce qui s'appelle *Corps* ou *Matière*.

Ce qui eſt connu par le ſentiment, ou par l'expérience de tous les hommes, doit être reçu pour vrai; & l'on n'en peut diſconvenir, ſans ſe brouiller avec le ſens commun.

Il eſt dans les hommes quelque choſe qui s'appelle *Raiſon*, & qui eſt oppoſé à l'*extravagance*; quelque choſe qui s'appelle *Prudence*, qui eſt oppoſé à l'*imprudence*; quelque choſe qui s'appelle *Liberté* qui eſt oppoſé à la *néceſſité d'agir*.

Ce qui réunit un grand nombre de parties différentes pour un effet qui revient ré-

gulièrement, ne ſçauroit être le pur effet du hazard ; mais c'eſt l'effet de ce que nous appellons une *Intelligence.*

Un fait atteſté par un très-grand nombre de gens ſenſés qui aſſurent en avoir été les témoins, ne peut ſenſément être révoqué en doute.

Voilà, Monſieur, ſur quels Principes la bonne Métaphyſique eſt fondée ; & voilà ſur quels Principes ſera fondée ma réponſe à la ſeconde Queſtion.

Seconde Queſtion. Quelles ſont les matières dont la diſcuſſion devroit être bannie de la Métaphyſique ?

Réponſe. Ce ſont toutes celles qui n'ont aucune rélation avec les Principes évidents que je viens de poſer, & par conſéquent ce ſont preſque toutes celles qu'on a coutume de traiter dans ce qu'on appelle dans les Écoles la *Métaphyſique générale*, ou la Science de l'être, & de ſes propriétés. M. Pluche dans ſon Hiſtoire du Ciel (*) introduit dans une compagnie un jeune homme qui vient

(*) Tome II. page 453 & ſuivantes.

de ſoutenir avec beaucoup de ſuccès ſes Théſes générales de Philoſophie ; il lui fait demander par des Dames cultivées à l'école du monde, ce qui lui a attiré tant d'applaudiſſemens, & ſur quoi ont roulé ces diſputes qu'on aſſure avoir été fort animées.

On a examiné, répond le jeune homme, ſi *l'être eſt univoque à l'égard de Dieu & de la créature, de la ſubſtance & de l'accident.*

Si Dieu devoit être placé dans la catégorie de la ſubſtance, ou bien s'il falloit l'en exclure.

*Si les différences ſi connues ſous les noms d'*Aſſeité, Abaliété, Perſéité & Inaliété, *précindent auſſi parfaitement de l'être, que l'être précinde de ſes différences.*

Si indépendamment de notre penſée, & de la part de la choſe, il n'y a pas entre les êtres des rélations tranſcendentelles & prédicamentelles.

Si la rélation du pére à ſon fils ſe termine à ce fils conſidéré abſolument, ou à ce fils conſidéré rélativement.

Si la raiſon de fonder cette rélation eſt

partie dans le ſujet & partie dans le terme.

Si la fin meut ſelon ſon être réel, ou ſelon ſon être intentionnel.

Si ſincatégoriquement parlant, le concret & l'abſtrait....

Miſéricorde, s'écrierent ces Dames: de quoi s'aviſe-t-on de vous rompre la tête? Eſt-ce pour aller converſer avec les habitans de la Lune qu'on vous exerce ſur ces queſtions-là, ou bien ſi c'eſt pour vivre avec des hommes?

Ce fut bien autre choſe, lorſque notre jeune homme, pour donner une idée du profond ſçavoir de ſon Profeſſeur, enfila le détail des preuves & des diſtinctions dont ſa tête étoit meublée. Au mot *ſincatégorématique* une de ces Dames prit mal au cœur, & on renvoya notre jeune pédant pour aller vivre aux païs des Lapons.

Vous riez de cette ſcène, Monſieur, & vous avez raiſon. Je vous aſſure cependant que dans la France, toute policée qu'elle eſt, on dictera encore pendant long-tems ces queſtions impertinentes dont je viens de

vous faire l'énumération. C'eſt-là le fond de la Métaphyſique générale. Vous comprenez qu'elles n'entreront pas dans la liſte de celles que je vous conſeille d'approfondir. Le nombre & la manière dont il faut les traiter, feront le ſujet de la lettre ſuivante. Je ſuis, &c.

LETTRE SECONDE.

Diviſion de la Métaphyſique en 2 parties. Idée générale de la première partie. Exiſtence & eſſence de Dieu. Culte qu'il a droit d'exiger des créatures.

PUiſque la véritable Métaphyſique eſt une ſcience qui a pour objet Dieu, & l'Ame raiſonnable (*), rien n'eſt plus naturel, Monſieur, que de la diviſer en 2 parties; la première roulera ſur l'Être ſuprême, la ſeconde ſur la plus noble portion de nous-mêmes.

(*) Lettre précédente, Queſtion première.

L'exiſtence de Dieu, ſon eſſence, le culte qu'il eſt en droit d'exiger de ſes créatures ; voilà la matière de la première Partie de la Métaphyſique.

Et d'abord y a-t-il un Dieu ? Quelle honte pour l'humanité que les Métaphyſiciens ſe ſoient trouvés dans la triſte néceſſité de le démontrer ! Par bonheur pour nous, les démonſtrations ne manquent pas. Il y en a de Morales ; il y en a de Phyſiques ; & il y en a de Métaphyſiques.

Les démonſtrations morales ſont au nombre de trois. Je trouve la première dans le conſentement général des hommes. On défie les impies de nos jours de nommer aucune Nation, aucune Ville qui ait fait profeſſion d'Athéiſme. Le déſir que nous avons tous d'être heureux, & l'impoſſibilité où nous ſommes d'acquerir ſur la Terre un véritable bonheur, fourniſſent à tout homme ſenſé une belle démonſtration morale de l'exiſtence d'un Maître aſſez puiſſant, pour raſſaſier en nous ce déſir après cette vie mortelle. Enfin la facilité avec laquelle on

prouve qu'il y a une véritable distinction entre ce que nous appellons *honnête*, & ce que nous regardons comme *déshonnête*, entre le *vice* & la *vertu*, sera toujours contre nos impies un argument sans réplique. Il ne faut pas être grand Métaphysicien pour obliger un Athée à convenir que, dans son système, les plus grands crimes seroient souvent de véritables vertus, tandisque les vertus les plus héroïques supposeroient une Ame basse & un très-petit Génie.

Pour les démonstrations physiques, on a coutume de les puiser d'une part dans le spectacle d'un monde qu'un Être doué d'une puissance infinie, a seul été capable de tirer du néant; de l'autre dans l'union de l'Ame avec le corps, miracle qui suppose l'existence d'une Intelligence suprême; enfin dans le mouvement communiqué à une matière inerte & passive, & surtout à ces globes énormes qui roulent majestueusement sur nos têtes, & qui annoncent la gloire de celui qui les tient ainsi suspendus dans les immenses régions des Cieux.

Aux démonſtrations morales & phyſiques de l'exiſtence de Dieu, il eſt néceſſaire, Monſieur, d'en joindre une purement métaphyſique ; elle eſt tirée de l'eſſence même des êtres dont cet Univers eſt formé. Examinez-les, ces êtres ; vous verrez que privés d'une exiſtence néceſſaire, & n'ayant pû eux-mêmes ſe tirer du néant, ils ont été créés par un Être qui eſt, qui a toujours été, & qui ſera toujours par lui-même, & indépendamment de tout autre.

De tout cela il s'enſuit évidemment que l'Athéiſme, l'Epicuréiſme & le Fataliſme ſont trois ſyſtémes chimériques. L'Athée ne veut point de Dieu ; l'Epicurien ne reconnoit pour Dieu que le Hazard ; & le Fataliſte ne veut dépendre que d'une triſte & dure néceſſité qui l'autoriſe à vivre dans les déſordres les plus inoüis. Mais dans tous ces impies c'eſt le cœur, & non pas l'eſprit, qui combat l'exiſtence du ſouverain Maître, *dixit inſipiens in corde ſuo non eſt Deus.*

La ſeconde Queſtion que l'on doit traiter en Métaphyſique regarde, Monſieur,

l'eſſence de ce Dieu dont vous voyez qu'il eſt très-facile de démontrer l'exiſtence. Cette queſtion, je le ſçais, eſt peut être la plus obſcure que l'on puiſſe propoſer à un Philoſophe. On loue encore avec raiſon la ſage réponſe de Simonide au Roi Hiéron. Qu'eſt-ce que Dieu, lui demanda le Prince? Le Philoſophe voulut avoir un jour entier pour préparer la réponſe qu'il avoit à faire. A peine ce jour fut-il écoulé, que le Roi lui fit la même demande; alors le Philoſophe demanda deux jours pour ſe mettre en état de le ſatisfaire. Après ces deux jours il en demanda quatre; & comme Hieron parut ſurpris d'une conduite ſi extraordinaire, Simonide lui dit: Prince, j'en agis ainſi, parce que plus je médite la queſtion que vous m'avez propoſée, plus elle me paroit obſcure & difficile à réſoudre, *res videtur mihi tantò obſcurior, quantò diutius eam conſidero.* L'on ne ſçauroit cependant ſe diſpenſer de donner en Métaphyſique une Théſe ſur l'eſſence de Dieu. L'on doit le regarder comme un Être eſſentielle-

ment unique, qui contient néceſſairement toutes les perfections. Les conſéquences que l'on en tirera, ſe préſentent comme d'elles-mêmes ; elles combattent directement le Polithéiſme, le Manichéiſme, & le Spinoſiſme. Ces trois ſyſtémes n'ont beſoin, pour être réfutés, que d'être expoſés dans tout leur jour.

Il eſt enfin une queſtion, Monſieur, qu'il faut diſcuter dans une Métaphyſique chrétienne avec tout le zèle que doit inſpirer l'amour de la vérité, je ne dis pas bleſſée, mais outragée de la manière la plus indigne; c'eſt le Déiſme. La plûpart des livres qui paroiſſent depuis un certain nombre d'années, nous le prêchent avec autant d'indécence que de ſcandale. Je voudrois donc que l'on prouvât 1°. que le Déiſme conduit évidemment & eſſentiellement à l'Athéiſme; autant aimerois-je nier avec l'Athée l'exiſtence d'un Dieu, que d'admettre avec le Déiſte un Dieu ſans pouvoir & ſans providence : 2°. que les actions des créatures ne ſont pas indifférentes à celui qui nous a

tirés du néant, & que ſi ſa bonté le porte à récompenſer nos bonnes actions de la manière la plus incompréhenſible, ſa juſtice l'engage à punir nos crimes de la manière la plus terrible : 3°. Que Dieu, comme ſouverain Créateur de l'univers ne peut pas renoncer à l'hommage que lui doivent ſes créatures : 4°. Qu'un culte purement naturel ne peut pas fournir un hommage ſuffiſant : 5°. Qu'il faut un culte révelé, pour que Dieu ſoit honoré comme il le mérite, & pour que l'homme lui ſoumette les lumières de ſon entendement. Quel eſt ce culte révelé, ou, ce qui revient au même, parmi les religions qui paſſent pour revelées, quelle eſt celle que nous ſommes obligés d'embraſſer ? Voilà, Monſieur, où le Philoſophe doit s'arrêter, a moins qu'il ne veuille mettre ſa faulx dans la moiſſon des Théologiens. C'eſt à eux, & ce n'eſt qu'à eux à prouver que la Religion catholique apoſtolique & romaine, dans laquelle j'ai eu le bonheur de naître, eſt la ſeule dans laquelle l'homme puiſſe eſpérer d'opérer ſon ſalut,

Vous trouverez, pour remplir ce plan de la première partie de la Métaphyſique, bien des matériaux dans les vies littéraires de Deſcartes & de Newton (*); mais ces ſources ne me paroiſſent pas ſuffiſantes; je vous en indiquerai d'autres à la fin de la lettre ſuivante, où je dois examiner comment on peut venger les droits de l'Ame raiſonnable contre les entrepriſes audacieuſes de l'inſenſé Matérialiſte. Je ſuis, &c.

LETTRE TROISIÉME.

Idée générale de la ſeconde Partie de la Métaphyſique. Énumération des Queſtions qu'il faut y traiter.

L'Ordre qu'il faut garder dans la ſeconde Partie de la Métaphyſique, ſe préſente comme de lui-même, Monſieur. Voici comment je voudrois qu'on procédât.

1°. Il faut commencer par démontrer

(*) Tome I. de cet Ouvrage. Livre ſecond tout entier. Tome II. pag. 97 & ſuiv. 165 & ſuivantes.

que la matière eſt eſſentiellement incapable de penſer, de connoitre, de réfléchir, de vouloir, de ne pas vouloir, d'aimer, de haïr, &c. Les preuves de cette importante vérité vous ſont connues ; celle ſur laquelle je voudrois qu'on inſiſtât le plus, c'eſt l'*inertie* & la *paſſivité* de la matière. En partant de ce Principe, je me charge de démontrer à nos prétendus Philoſophes qu'ils n'ont pas les premières idées de la bonne Phyſique. La conſéquence directe qu'il faut tirer de cette Théſe, c'eſt que l'Ame raiſonnable n'eſt ni matière, ni matérielle.

2°. La ſimplicité & la ſpiritualité de notre Ame devient comme un corollaire néceſſaire de la Doctrine de l'Anti-matérialiſme. Auſſi a-t-on donné le nom de *Spiritualiſtes* aux Philoſophes dont les ſentimens ſont directement oppoſés à ceux des Matérialiſtes.

3°. Si l'Ame raiſonnable eſt ſpirituelle, elle n'a dans elle-même aucun Principe de mort ; & puiſque ſéparée du corps, elle pourra opérer, c'eſt-à-dire, elle pourra *con-*

noitre, aimer, haïr, &c. l'on a droit de la regarder comme naturellement immortelle.

4°. Sa liberté nous eſt encore mieux connue, que ſon immortalité. J'en appelle au ſentiment intime d'un chacun de nous; j'en appelle à la diſtinction que les hommes ont toujours miſe entre les bonnes & les mauvaiſes actions; j'en appelle ſurtout aux gibets & aux échaffauts que l'on dreſſe, & que l'on a droit de dreſſer pour punir les forfaits des criminels. Quel droit auroient les hommes d'ôter la vie à un de leurs ſemblables, s'il étoit prouvé que l'action qu'on lui reproche n'a pas été libre; ou plutôt, ne ſuffit-il pas, pour obliger le Juge à le renvoyer abſous, de prouver qu'il n'a eu, lorſqu'il l'a commiſe, aucune eſpèce de liberté? Je réduis donc, Monſieur, la ſeconde Partie de la Métaphyſique à ces quatre queſtions:

La matière peut-elle penſer?

L'Ame raiſonnable eſt-elle ſpirituelle?

L'Ame raiſonnable eſt-elle naturellement immortelle?

L'Ame raiſonnable eſt-elle libre ?

Ces quatre queſtions, jointes à celles qui regardent l'exiſtence de Dieu, ſon eſſence, & le culte qu'il exige des créatures, forment tout le Plan de ma Métaphyſique. Je vous ai fait remarquer, à la fin de ma dernière lettre, que vous trouveriez dans les vies littéraires de Deſcartes & de Newton, bien des matériaux pour le remplir. Ne vous en tenez pas cependant à ces ſources ; liſez, avant que de mettre la main à l'œuvre, l'Anti-Lucrèce, le ſpectacle de la Nature, & les Ouvrages de le François ; je vous promets que, conduit par ces habiles Maîtres, vous nous donnerez une Métaphyſique excellente. Je ſuis sûr qu'il y a bien des choſes à réformer dans le Plan que j'ai jetté ſur le papier ; auſſi vous l'ai-je communiqué, plutôt pour vous prier de le corriger, que pour vous engager à le ſuivre. Je ſuis, &c.

RÉPONSE

Aux trois Lettres précédentes.

PUiſque vous voulez, mon cher Chevalier, que je porte mon jugement ſur le Plan de Métaphyſique que vous m'avez envoyé, je vous dirai ſans compliment que je l'ai lû avec beaucoup de plaiſir, & que je ne ſerois pas éloigné de le ſuivre, ſi je me déterminois jamais à compoſer ſur cette matière. Je vous avoûrai cependant en ami que je ne le trouve pas ſans défaut, & que je voudrois y faire quelques légers changemens. Je vais vous les indiquer.

Et d'abord vous regardez comme une *première vérité*, dans votre première lettre, la diſtinction eſſentielle qu'il y a entre l'idée de l'eſprit & l'idée de la matière; & vous voulez néanmoins, dans votre troiſième lettre, qu'on apporte toutes les démonſtrations imaginables contre le ſyſtéme des Matérialiſtes. Quelqu'un pourroit vous dire que les

premières vérités ne ſe démontrent pas, & que ſi l'Anti-matérialiſme a beſoin de tant de démonſtrations pour être établi, vous avez eu tort de le faire entrer, au commencement de votre Métaphyſique, dans la claſſe des *Axiomes.*

Vous voulez en ſecond lieu qu'on faſſe main baſſe ſur toutes les queſtions de Méphyſique générale ; & pour faire mieux goûter votre ſyſtéme, vous mettez ſur la ſcène une eſpèce d'original qui ſe rend encore plus mépriſable, qu'il ne rend la Philoſophie ridicule. Permettez-moi de vous dire qu'il y a beaucoup d'exagération dans votre fait. Il y a long-tems qu'on a chaſſé de la bonne Métaphyſique les queſtions inutiles dont vous faites l'énumération. Nos écoles en France ont peu de beſoin de réforme ſur ce point. Il ſeroit à ſouhaiter que toutes les autres Sciences s'y traitaſſent, comme l'on donne la Philoſophie depuis un certain nombre d'années. Mais revenons à la Métaphyſique générale ; faut-il l'exclurre totalement d'un cours de Philoſophie ?

Ce n'eſt pas là mon avis. Qu'on en donne non ſeulement une idée, mais encore qu'on y trouve des notions qui ne ſont que trop néceſſaires dans l'étude de la Théologie. Ces notions regardent ſurtout les *préciſions* & les *rélations*. Il me paroit qu'on peut mettre de la clarté & de l'intérêt dans ces matières; on en a plus ſouvent beſoin que l'on ne penſe, dans le commerce ordinaire de la vie.

Il y a encore une queſtion qu'il ne faudroit pas oublier dans un Traité de Métaphyſique générale & particulière; c'eſt la queſtion de l'Anti-pirrhoniſme. Je ne ſçais comment dans les Ecoles les mieux réglées la coutume a prévalu de la donner au commencement même de la Logique. Elle eſt trop difficile & trop importante, pour être préſentée à de jeunes gens qui ſont ſuppoſés n'avoir encore aucune idée de Philoſophie. Souvenez-vous donc de commencer votre Métaphyſique générale par la Théſe de la *Science*. Faites enſorte que vos Lecteurs ne confondent pas l'*evidence* avec

la certitude. Diviſez l'une & l'autre en *Morale*, *Phyſique* & *Métaphyque* ; & ſoyez convaincu que ces notions ſont néceſſaires pour forcer l'Impie juſques dans ſes derniers retranchemens.

Malgré ces légers défauts, mon cher Chevalier, je regarde votre Plan de Métaphyſique comme excellent : les ſentimens de Religion que vous y faites paroître, ne m'ont point du tout ſurpris ; il y a longtems, que je ſuis accoutumé à vous entendre tenir ce langage (*). Vous avez des mœurs trop bien réglées, pour penſer & pour écrire comme nos prétendus Philoſophes. J'eſpère que vous ne donnerez jamais dans des écarts qui dégradent, je ne dis pas le chrétien, mais même l'homme raiſonnable. Je ſuis, &c.

P. S. J'oubliois de vous prier de m'envoyer au plutôt le Plan de Morale dont vous m'avez parlé à la fin de la ſeconde Partie du Livre précédent ; je l'attens avec la dernière impatience. Quelque im-

(*) Tome I. de cet Ouvrage, pag. 216 & ſuiv.

portante que ſoit cette ſcience, & quel que ſoit le plaiſir que j'aie a lire tout ce qui me vient de vous, vous aurez la bonté de le préſenter de la manière du monde la plus laconique. Pour peu qu'il fût long, il ſeroit impoſſible de le faire entrer dans ce volume. Vous ſçavez cependant qu'il en fait partie. Réglez vous là-deſſus, & donnez-moi au premier jour de vos nouvelles.

LIVRE

LIVRE SIXIÉME.

DE LA MORALE.

LETTRE PREMIÉRE.

Critique de la plûpart des Traités de Morale. Diviſion de la Morale en ſpéculative & pratique. Ouvrages de Deſcartes ſur la Morale ſpéculative.

JE ſuis très-mécontent, Monſieur, de la plûpart des Traités de Morale que j'ai lus dans les cours de Philoſophie que l'on a donnés juſqu'à préſent au public. Je comptois y trouver un amas de régles capables de diriger nos mœurs dans la conduite ordinaire de la vie. J'ai été bien trompé; je n'y ai vû, à parler en général, que des queſtions très-abſtraites, traitées très-ſéchement, & qui pour être ſaiſies, demandent un eſprit très-ſubtil. Les principales roulent ſur le Bien conſidéré en général, ſur la Béatitude formelle & ob-

jective, ſur la nature des actes humains, ſur l'eſſence formelle des vertus & des vices, &c. &c. Voilà ce qui s'appelle manquer ſon coup; ou, ſi vous trouvez cette expreſſion un peu trop forte, voilà ce que j'appelle la Partie métaphyſique de la Morale. Deſcartes a beaucoup écrit en ce genre; ſes Lettres ſur le libre Arbitre, ſur le Souverain Bien conſidéré philoſophiquement, ſur la Triſteſſe & la Mélancholie, & ſur-tout ſon Traité des Paſſions en ſont des preuves inconteſtables; encore ce dernier ouvrage contient-il de tems en tems, quelque peu de morale pratique. J'ai très-préſent à l'eſprit le compte que vous m'avez rendu de toutes ces piéces (*). Comme il forme une partie conſidérable du premier volume de cet ouvrage, je me ſuis cru diſpenſé de vous parler dans ce ſixième livre de la Morale métaphyſique, ou pour mieux dire, de la Morale ſpéculative; la Morale pratique ſera le ſujet de la lettre ſuivante. Je ſuis, &c.

(*) Tome I. de cet Ouvrage, pag. 122 & ſuiv.

LETTRE SECONDE.

Idée de la Morale pratique. Fondement de cette Morale.

L'Homme eſt fait pour vivre avec les autres hommes ; heureux, Monſieur, lorſqu'il en trouve de votre caractère. Ce Principe une fois poſé, je crois que l'on peut définir la Morale la Science de la Société civile, ou ce qui revient au même, la Science qui dirige l'homme conſidéré comme membre de la Société. Le fondement de cette ſcience eſt cette maxime admirable dictée par la Vérité même : *Ne faites pas à autrui ce que vous ne voudriez pas qu'on vous fit à vous-même, & faites à autrui tout ce que vous voudriez qu'on vous fit à vous même.*

Les conſéquences directes qu'on tire de cette maxime, ſont autant de régles qui dirigent l'homme dans la conduite qu'il doit tenir vis-à-vis ſes ſupérieurs, vis-à-vis ſes égaux, & vis-à-vis ſes inférieurs. Mais pour être en état de les tirer ces con-

séquences, il faut travailler sérieusement à vaincre ses passions. Vous m'avez fait remarquer vous-même, dans la vie littéraire de Descartes (*), que les passions indomptées causent des maux infinis; que ce sont des torrens impétueux que les digues les plus fortes n'arrêtent presque jamais : mais que ces mêmes passions réglées, modérées, cultivées procuent les avantages les plus réels. Attachons-nous donc dans un Traité de Morale, non pas à disputer, en Métaphysicien, sur la nature des Passions, mais à examiner, en homme raisonnable, les moyens qu'il faut mettre en usage, pour les rendre utiles à la Société. Vous ferez cet examen, lorsque vous exécuterez votre Plan de Philosophie. Je suis, &c.

RÉPONSE

Aux deux Lettres précédentes.

JE ne sçais, mon cher Chevalier, si je remplirai jamais le plan de Philosophie qui forme le troisième volume de cet ou-

(*) Tome I. de cet Ouvrage, pag. 139.

vrage. Mais ſi je me détermine enfin à le remplir, ce ne ſera que de concert avec vous. La Métaphyſique & la Morale ſeront au moins votre lot ; vous avez ſur ces deux Sciences des idées nettes, juſtes & neuves ; il n'en faut pas d'avantage pour faire un ouvrage utile & agréable au public. Je ſuis &c.

RÉCAPITULATION.

J'Ai eu ſoin d'avertir, au commencement de cet ouvrage (*), que mon commerce épiſtolaire avec le Chevalier de * * *, n'étoit pas une fiction imaginée à plaiſir. J'ai recueilli avec ſoin toutes les lettres que nous nous ſommes écrites pendant l'eſpace de 4 à 5 années; j'en ai fait un *tout*, en en faiſant un recueil; & ce recueil eſt l'ouvrage même que je donne aujourd'hui au Public. Je ne ſuis pas inquiet ſur le ſort des deux premiers volumes ; ils ſont remplis de faits dont l'enchaînement forme deux vies littéraires qui paroiſſoient nous manquer. Il n'en eſt pas ainſi

(*) Tome I. pag. 15.

du troiſième; il ne contient que trop ſouvent des explications hazardées, que j'ai données comme probables, & que bien des Philoſophes critiqueront peut-être avec raiſon. Mais enfin je m'en conſole. Toute Phyſique préſente bien des fauſſetés; la mienne ſeroit la meilleure, ſi elle en préſentoit moins que les autres; *vitiis ſine nemo naſcitur, optimus ille eſt qui minimis urgetur* (*a*). Je proteſte donc à tous ceux qui prendront la peine de lire ce Traité de Paix, qu'ils me feront un véritable plaiſir, s'ils attaquent directement mon nouveau ſyſtéme de Philoſophie, ou s'ils me ſuggérent des vûes qui me mettent en état de le perfectionner. Je leur addreſſe de bon cœur, en finiſſant, les paroles du Poëte que je viens de citer (*b*).

Vive, vale, ſi quid novisti rectius iſtis
Candidus imperti; ſi non, his utere mecum.

(*a*) Horace. Satyre 3, liv. 1.
(*b*) Horace. Epitre 6, liv. 1.

FIN.

TABLE

Des Matières contenues dans ce troisième Volume.

INTRODUCTION. *Idée générale du système Newto-Cartésien proposé dans ce troisième volume. Division de ce système en six parties.* Page 1

LIVRE PREMIER. *De la Logique.*

LETTRE PREMIÈRE. *Exposition & critique de la Logique de l'École. Idée de la véritable Logique. Règles de la définition & de la division. Nature du jugement. Réflexions sur les Propositions contradictoires & contraires. Règles du raisonnement. Principes sur lesquels tout raisonnement est fondé.* 5

Réponse à la Lettre précédente. 25

LIVRE SECOND. *De la Physique générale.*

LETTRE PREMIÈRE. *Énumération des questions inutiles, ou insolubles qu'il ne*

convient pas de discuter en Physique. Idée de la Physique générale. Questions qu'il faut y traiter. 30

LETTRE SECONDE. *Régles générales du mouvement trouvées par Descartes. Régles générales du mouvement trouvées par Newton. Réflexions sur les unes & les autres. Régles qui s'observent dans le choc des corps non élastiques & élastiques.* 37

LETTRE TROISIÈME. *Examen du parti qu'il faut prendre entre le vuide & le plein. Preuves du plein sensible dans les espaces célestes, tirées du Satellite de Vénus. Comparaison entre la masse de Vénus & celle de la Terre.* 53

LETTRE QUATRIÈME. *Subtilité, ressort, mouvement & hétérogénéité de la lumière. Diminution de son intensité, & raison suivant laquelle se fait cette diminution.* 62

LETTRE CINQUIÈME. *Pensées de Newton & de Descartes sur la propagation de la lumière. Accord proposé entre ces*

deux Phyſiciens. Réponſes aux difficultés qui ſe rencontrent dans le ſyſtême de réunion. 72
Réponſe du Chevalier. 80
LETTRE SIXIÈME. *Solution des queſtions propoſées dans le billet précédent.* 81
LETTRE SEPTIÈME. *Difficultés qui ſe rencontrent dans l'énumération des cauſes méchaniques des mouvemens du feu. Explication phyſique de la nature de cet élément. Diſtinction du feu en élémentaire & en uſuel. Énumération des propriétés & des effets de l'un & de l'autre.* 86
LETTRE HUITIÈME. *Conjectures de Newton & de Deſcartes ſur les cauſes phyſiques des phénoménes électriques. Examen de ces deux ſentimens. Conjectures nouvelles ſur la même matière. Principe d'Hydroſtatique ſur lequel elles ſont fondées. Application de ce Principe à quelques phénoménes électriques.* 97
LETTRE NEUVIÈME. *Sentimens de Deſcartes & de Newton ſur la cauſe phyſique*

du reſſort des corps. Examen & réfutation de ces deux ſyſtêmes. Conjectures nouvelles ſur cette matière. Queſtions diverſes ſur le reſſort. Réponſes à ces queſtions. 103

LETTRE DIXIÈME. *Nature des corps durs. Cauſes phyſiques de leur dureté. Conditions néceſſaires pour que ces cauſes agiſſent.* 109

LETTRE ONZIÈME. *Cauſe de la gravité des corps. Explication des phénoménes que nous préſente la gravité des corps ſublunaires. Objection contre le ſyſtême de l'Attraction. Réponſe à cette objection.* 112

Réponſe aux 11 *Lettres précédentes.* 117

LIVRE TROISIÈME. *De la Phyſique céleſte.*

LETTRE PREMIÈRE. *Queſtions préambules à la Phyſique céleſte. Néceſſité des loix de Képler. Hypothéſe de Copernic prouvée par la ſeconde de ces loix. Mouvement des corps céleſtes. Leur Maſſe. Leur denſité. Cauſe des irrégularités dans les*

mouvemens de la Lune. Préceſſion des Équinoxes. Éclipſes de Lune & de Soleil. Toutes ces queſtions ne ſont qu'indiquées dans cette lettre ; pourquoi ? 121

LETTRE SECONDE. *Méthode de M. de la Hire pour trouver les Éclipſes de Soleil & de Lune. Explication détaillée de cette méthode. Occultation d'*Antarés, *arrivée le 20 Juillet 1763, obſervée & calculée à Avignon par 2 Jéſuites Polonois.* 128

Réponſe aux deux Lettres précédentes. 146

LIVRE QUATRIÈME. *De la Phyſique terreſtre.*

LETTRE PREMIÈRE. *Diviſion de la Phyſique terreſtre en 3 parties. Énumération des Queſtions principales que contient chacune de ces parties.* 159

LETTRE SECONDE. *Nature de l'Athmoſphère terreſtre. Preſſion qu'elle exerce ſur la ſurface de la Terre. Preſſion qu'elle exerce ſur le corps de l'homme. Différentes méthodes dont on a coutume de ſe ſervir pour trouver la hauteur de l'ath-*

moſphère terreſtre. Inſuffiſance de ces méthodes. Hauteur connue de l'athmoſphére. 162

LETTRE TROISIÈME. *Deſcription de l'air. Phénoménes dont l'explication dépend de la gravité & du reſſort de ce fluide. L'Air conſidéré comme corps ſonore, & comme véhicule du ſon. Différentes manières dont on peut conſidérer le ſon.* 172

LETTRE QUATRIÈME. *Explication phyſique des Météores aëriens, aqueux, & ignées. Manière dont il faut expliquer l'arc-en-ciel. Cauſes accidentelles de la chaleur & du froid.* 176

Réponſe aux quatre Lettres précédentes. 181

LETTRE CINQUIÈME. *Figure de la Terre. Rapport de l'axe de la Terre au diamétre de l'équateur. Expérience de M. Richer faite en Cayenne. Conſéquence que l'on doit tirer de cette expérience. Obſervation par laquelle on démontre quelle eſt la véritable figure de la Terre. Comment a-t-elle pu ſe changer de Sphé-*

rique en Spheroïde. Expérience qui rend ſenſible cette vérité. 183

LETTRE SIXIÈME. *Loix d'hydroſtatique qu'obſervent les Fluides homogénes & hétérogénes qui ſe trouvent dans des tubes communiquants. Flux & reflux de la mer. Origine des fontaines.* 192

LETTRE SEPTIÈME. *Divers phénoménes que préſentent les tuyaux capillaires. Inſuffiſance du ſyſtéme Newtonien pour les expliquer. Explication tout-à-fait conforme aux Principes Carteſiens. Objections contre cette explication. Réponſes à ces objections.* 197

LETTRE HUITIÈME. *Plan d'une Méchanique particuliére. Principe général ſur lequel cette ſcience eſt fondée. Démonſtration de ce Principe. Remarque abſolument néceſſaire.* 219

LETTRE NEUVIÈME. *Réſiſtance occaſionnée par les frottemens. Deux eſpéces de frottemens. Régles qui peuvent ſervir de Principes au calcul des réſiſtances des frottemens. Expériences qui prouvent la*

bonté de ces régles. Conſéquences qu'il faut en tirer, 239

LETTRE DIXIÈME. *Idée générale de la réſiſtance qu'oppoſent les cordes qu'on a coutume d'employer dans la Méchanique. Régles qui doivent ſervir de Principes au calcul de cette eſpèce de réſiſtance.* 254

LETTRE ONZIÈME. *Deux eſpèces de réſiſtances qu'oppoſent les fluides aux corps ſolides qui les traverſent. Régles pour calculer la réſiſtance de la première eſpèce. Régles pour calculer la réſiſtance de la ſeconde eſpèce.* 263

LETTRE DOUZIÈME. *Examen de ce que doit ſçavoir un Phyſicien ſur les Plantes terreſtres & marines. Plan d'une Botanique générale.* 279

LETTRE TREIZIÈME. *Différens ſentimens ſur la nature des Bêtes. Obſcurité de cette matière, & par-là impoſſibilité qu'il y a de tirer de l'Ame des Bêtes aucun argument en faveur du Matérialiſme.* 286

LETTRE QUATORZIÈME. *Plan général d'un Traité de Physiologie. Nécessité des connoissances qu'il contient. Division de ce Traité en 3 parties. Idée de chacune de ces parties.* 291

Réponse du Chevalier. 299

LETTRE QUINZIÈME. *Feux souterreins. Tremblemens de Terre causés par ces feux. Analogie entre les Tremblemens de Terre & le Tonnerre. Exposition & preuves de cette analogie.* 300

LETTRE SEIZIÈME. *Fossiles considerés en général. Examen de quelques espèces de Fossiles dont il est nécessaire de parler dans une Physique terrestre.* 307

LETTRE DIX-SEPTIÈME. *Nature, division & formation des Métaux dans le sein de la Terre. Causes physiques de leur augmentation de poids par la calcination.* 312

LETTRE DIX-HUITIÈME. *Système de Newton sur l'Aiman. Système de Descartes sur la même matière. Nouvelle Hypothèse où l'on explique les principaux*

phénoménes de l'Aiman. Objections contre cette hypothèſe. Réponſes à ces objections. 324

Réponſe du Chevalier aux quatre Lettres précédentes. 339

LIVRE CINQUIÉME. *De la Métaphyſique.*

LETTRE PREMIÈRE. *Idée générale de la Métaphyſique. Principes ſur leſquels cette ſcience eſt fondée. Queſtions qu'il convient d'en exclure.* 343

LETTRE SECONDE. *Diviſion de la Métaphyſique en 2 parties. Idée générale de la première partie. Exiſtence & eſſence de Dieu. Culte qu'il a droit d'exiger des créatures.* 349

LETTRE TROISIÉME. *Idée générale de la ſeconde Partie de la Métaphyſique. Enumération des Queſtions qu'il faut y traiter.* 356

Réponſe aux trois Lettres précédentes. 360

LIVRE SIXIÈME. *De la Morale.*

LETTRE PREMIÉRE. *Critique de la plûpart des Traités de Morale. Diviſion de la*

Morale en ſpéculative & pratique. Ouvrage de Deſcartes ſur la Morale ſpéculative. 365

LETTRE SECONDE. *Idée de la Morale pratique. Fondement de cette Morale.* 367

Réponſe aux deux Lettres précédentes. 368

Récapitulation. 369

Nous n'avons pas parlé dans cette Table de la Préface qui ſe trouve au commencement de ce Volume. Elles contient 16 pages; & elle préſente des anecdotes relatives à cette troiſième Partie. A cette Préface ſuccéde un Avis au Lecteur; il forme les pages XVII & XVIII; l'on y apprend la manière dont il faut étudier le ſyſtéme Newto-Cartéſien contenu dans ce troiſième Volume.

Fin de la Table.

Fautes à corriger.

Page 39 *ligne* 13 tous *liſez* toutes.
page 55 *lig.* 3 le tout *liſ.* tout le.
page 74 *lig.* 3 ſus *liſ.* ſur.
page 75 *lig.* 20 l'effervence, *liſ.* l'efferveſcence.
page 117 *lig.* 2 dix, *liſ.* onze.
page 121 *lig.* 1 livre troiſième, *ajoutez* de la Phyſique céleſte.
page 123 *lig.* 7 loi Képler, *liſ.* loi de Képler.
page 147 *lig.* 20 l'avertir, *liſ.* les avertir.
page 148 *lig.* 14 qu'on obſervat, *liſ.* qu'on les obſervat.
page 167 *lig.* 2 elles, *liſ.* celles.
page 172 *lig.* 8 conſidere, *liſ.* conſideré.
page 173 *lig.* 8 un, *liſ.* une.
page 314 *lig.* 5 dix-neuvième, *liſ.* dix-huitième.

Pour le Tome I.

page 182 *ligne* 12 qu'il, *liſez* quelle.

Pour le Tome II.

page 311 *ligne* 23 $\frac{1}{6}$ *liſez* $\frac{1}{16}$

Avis au Relieur.

LEs quatre pages que l'on a imprimées à la ſuite de cette Table, forment deux cartons pour le premier volume de cet ouvrage. Ne manquez pas de les mettre à leur place. Le premier carton appartient à la feuille B, pages 27 & 28; le ſecond à la feuille E, pages 117 & 118.